

Получена: 11 Мая 2024 / Принята: 15 Августа 2024 / Опубликовано online: 30 Августа 2024

DOI 10.34689/SH.2024.26.4.022

УДК 616-006.488-089



ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ КАРОТИДНОЙ ХЕМОДЕКТОМЫ: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Абай К. Тулемисов¹, <https://orcid.org/0000-0001-7253-0033>

Токан А. Султаналиев², <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

Александр Б. Фурсов³, <https://orcid.org/0009-0002-0607-9621>

Ирлан Н. Сагандыков², <https://orcid.org/0000-0002-9597-198X>

Виктор В. Землянский¹, <https://orcid.org/0000-0002-2458-8086>

Ирина Э. Тен¹, <https://orcid.org/0000-0001-6419-4674>

Ербол К. Догалбаев¹, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

Руслан Я. Тукинов¹, <https://orcid.org/0009-0007-5927-3686>

Роман А. Фурсов³, <https://orcid.org/0000-0003-1617-5991>

Ирина С. Волчкова³, <https://orcid.org/0000-0001-5722-4150>

¹ Отдел интервенционной радиологии, Корпоративный Фонд University Medical Center, г. Астана, Республика Казахстан;

² Центр Сосудистой Хирургии, ТОО «Национальный Научный Онкологический Центр», г. Астана, Республика Казахстан;

³ Кафедра хирургических болезней, бариатрической хирургии и нейрохирургии, НАО «Медицинский Университет Астана», г. Астана, Республика Казахстан.

Резюме

Введение. Каротидная хемодектома (КХ) – редкая доброкачественная опухоль, возникающая из параганглионарных клеток каротидного гломуса, сдавливающая жизненно важные органы в области шеи. Диагностика и лечение КХ остаются сложными задачами, несмотря на широкое историческое изучение.

Цель исследования. Выявление наиболее эффективных методов среди современных подходов в диагностике и лечении КХ и определение перспективных направлений для исследования.

Методы. Проанализировано 64 публикации на тему КХ, включая наблюдательные ретроспективные исследования, системные обзоры и мета-анализы с применением баз данных PubMed/Medline, Web of Science и e-Library.ru. Изучены актуальные представления об этиологии, классификация, клинические и инструментальные методы диагностики, и рассмотрены современные лечебные подходы.

Результаты. В диагностике каротидной хемодектомы ключевую роль играет КТ-ангиография, которая позволяет детализировать структуру и положение опухоли. Этот метод дополняется классификацией PUMCH и методикой измерения дистального сегмента ВСА, что помогает врачам более точно планировать операционное вмешательство. Особое внимание уделяется предоперационному планированию, так как оно позволяет минимизировать риски и улучшить результаты лечения. Для снижения интраоперационной кровопотери используется предоперационная эмболизация питающих артерий, которая также облегчает хирургическое удаление опухоли. Некоторые организационные мероприятия оптимизируют лечебные исходы и минимизируют периоперационные риски, увеличивая безопасность и предсказуемость процесса лечения.

Выводы. Несмотря на сложности в диагностике и высокие периоперационные риски, развитие новых методов и мультидисциплинарный подход обещают улучшение результатов лечения КХ. Необходимы дальнейшие исследования для оптимизации диагностических и лечебных стратегий.

Ключевые слова: каротидная хемодектома, опухоль каротидного тельца, каротидный гломус, параганглиома шеи.

Abstract

DIAGNOSIS AND SURGICAL TREATMENT OF CAROTID BODY TUMORS: AN ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE PROBLEM

Abay K. Tulemissov¹, <https://orcid.org/0000-0001-7253-0033>

Tokan A. Sultanaliyev², <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

Alexandr B. Fursov³, <https://orcid.org/0009-0002-0607-9621>

Irlan N. Sagandykov², <https://orcid.org/0000-0002-9597-198X>

Viktor V. Zemlyanskiy¹, <https://orcid.org/0000-0002-2458-8086>

Irina E. Ten¹, <https://orcid.org/0000-0001-6419-4674>

Erbol K. Dogalbayev¹, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

Ruslan Ya. Tuginov¹, <https://orcid.org/0009-0007-5927-3686>

Roman A. Fursov³, <https://orcid.org/0000-0003-1617-5991>

Irina S. Volchkova³, <https://orcid.org/0000-0001-5722-4150>

¹ Interventional Radiology Department, University Medical Center Corporate Fund, Astana, Republic of Kazakhstan;

² Vascular Surgery Center, National Research Oncology Center LLP, Astana, Republic of Kazakhstan;

³ Department of Surgical Diseases, Bariatric Surgery and Neurosurgery, "Astana Medical University" NPJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Introduction: Carotid body tumor (CBT) is a rare, non-cancerous tumor that arises from the paraganglionic cells of the carotid glomus. It can cause compression of vital organs in the neck, making diagnosis and treatment a challenge.

Aim: The purpose of this study is to identify effective methods for diagnosing and treating CBT, as well as to detect promising areas for future research.

Search strategy: We analyzed 64 publications on CBT, including observational retrospective studies, systematic reviews, and meta-analyses, using databases such as PubMed/Medline, Web of Science, and e-Library.ru. We studied the current concepts of etiology, classification, clinical and instrumental diagnostic methods, and modern therapeutic approaches.

Results: Modern methods for diagnosing CBT include CT-angiography, complemented by the PUMCH classification and the method of ICA distal segment measuring. These methods provide accurate preoperative planning. In treatment, early radical removal of the tumor is preferred, while preoperative embolization of the feeding arteries reduces the risks of blood loss and simplifies surgical intervention. Some organizational measures also optimize therapeutic outcomes and minimize perioperative risks, increasing the safety and predictability of the treatment process.

Conclusions: Although diagnosing CBT can be challenging and risky, the development of new methods and a multidisciplinary approach show promise for improving treatment outcomes. Further research is needed to optimize diagnostic and treatment strategies.

Keywords: carotid chemodectoma, carotid body tumor, carotid glomus, paraganglioma of the neck.

Түйіндеме

КАРОТИДТІ ХЕМОДЭКТОМАНЫ ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖӘНЕ ХИРУРГИЯЛЫҚ ЕМДЕУ: ҚАЗІРГІ КЕЗЕҢДЕГІ МӘСЕЛЕНІ ТАЛДАУ

Абай К. Тулемисов¹, <https://orcid.org/0000-0001-7253-0033>

Токан А. Султаналиев², <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

Александр Б. Фурсов³, <https://orcid.org/0009-0002-0607-9621>

Ирлан Н. Сагандыков², <https://orcid.org/0000-0002-9597-198X>

Виктор В. Землянский¹, <https://orcid.org/0000-0002-2458-8086>

Ирина Э. Тен¹, <https://orcid.org/0000-0001-6419-4674>

Ербол К. Доғалбаев¹, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

Руслан Я. Тукинов¹, <https://orcid.org/0009-0007-5927-3686>

Роман А. Фурсов³, <https://orcid.org/0000-0003-1617-5991>

Ирина С. Волчкова³, <https://orcid.org/0000-0001-5722-4150>

¹ Интервенциялық Радиология бөлімшесі, University Medical Center корпоративтік қоры, Астана қ., Қазақстан Республикасы;

² Тамырлы хирургия орталығы, "Ұлттық ғылыми онкологиялық орталық" ЖШС, Астана қ., Қазақстан Республикасы;

³ Хирургиялық аурулар, бариатриялық хирургия және Нейрохирургия кафедрасы, "Астана медицина университеті" КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Кіріспе. Каротидті хемодектома (КХ) - сирек кездесетін қатерсіз ісік, каротидті гломустың параганглионды жасушаларынан пайда болып, мойын аймағындағы өмірлік маңызды мүшелерді қысады. КХ диагностикасы және емі кең тарихи зерттеулерге қарамастан күрделі мәселелер болып қала береді.

Зерттеудің мақсаты. КХ диагностика мен емі заманауи тәсілдер арасында ең тиімді әдістерді анықтау және зерттеудің перспективалық бағыттарын анықтау.

Іздеу стратегиясы. PubMed/Medline, Web of Science және e-Library.ru мәліметтер базасын қолдана отырып, ретроспективті бақылау зерттеулерін, жүйелік шолуларды және мета-талдауларды қоса алғанда, КХ тақырыбындағы 64 басылым талданды. Этиология, жіктеу, диагностиканың клиникалық және аспаптық әдістері туралы өзекті идеялар зерттеліп, заманауи емдеу тәсілдері қарастырылды.

Нәтижелер. КХ диагностикалаудың заманауи әдістемесі КТ-ангиографиясын қамтиды, ол PUMCH классификациясымен және ішкі каротид артериясының дистальды сегментін өлшеу әдістемесімен тиімді толықтырыла отырып, операция алдындағы нақты жоспарлауға көмектеседі. Емдеуде ісікті ерте радикалды алып тастауға басымдық беріледі, операция алдындағы қоректендіру артерияларының эмболизациясы қан жоғалту қаупін азайтады және отасын жеңілдетеді. Кейбір ұйымдастырушылық шаралар емдеу нәтижелерін оңтайландырады және емдеу процесінің қауіпсіздігі мен болжамдылығын арттыра отырып, периоперативті қауіп-қатерін азайтады.

Қорытындылар. Диагностикадағы қиындықтарға және жоғары периоперациялық қауіп-қатерге қарамастан, жаңа әдістердің дамуы және көпсалалы тәсіл КХ емдеу нәтижелерін жақсартуға себептеседі. Диагностикалық және емдеу стратегияларын оңтайландыру үшін қосымша зерттеулер қажет.

Түйін сөздер: каротид хемодектомасы, каротид деңенің ісігі, каротид гломусы, мойын параганглиомасы.

Для цитирования / For citation / Дәйексөз үшін:

Тулемисов А.К., Султаналиев Т.А., Фурсов А.Б., Сагандыков И.Н., Землянский В.В., Тен И.Э., Догалбаев Е.К., Тукинов Р.Я., Фурсов Р.А., Волчкова И.С. Диагностика и хирургическое лечение каротидной хемодектомы: анализ проблемы на современном этапе // Наука и Здравоохранение. 2024. Т.26 (4). С. 190-201. doi 10.34689/SH.2024.26.4.022

Tulemisov A.K., Sultanaliyev T.A., Fursov A.B., Sagandykov I.N., Zemlyanskiy V.V., Ten I.E., Dogalbayev E.K., Tuginov R.Ya., Fursov R.A., Volchkova I.S. Diagnosis and surgical treatment of carotid body tumors: an analysis of the current state of the problem // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2024. Vol.26 (4), pp. 190-201. doi 10.34689/SH.2024.26.4.022

Тулемисов А.К., Султаналиев Т.А., Фурсов А.Б., Сагандыков И.Н., Землянский В.В., Тен И.Э., Догалбаев Е.К., Тукинов Р.Я., Фурсов Р.А., Волчкова И.С. Каротидті хемодектоманы диагностикалау және хирургиялық емдеу: қазіргі кезеңдегі мәселені талдау // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2024. Т.26 (4). Б. 190-201. doi 10.34689/SH.2024.26.4.022

Введение

Каротидная хемодектома (КХ) представляет собой редкую доброкачественную опухоль, которая происходит из параганглионарных (нехромаффинных) клеток каротидного гломуса [6]. Несмотря на то, что первые упоминания об этом заболевании появились несколько столетий назад, до сих пор остаются нерешёнными многие вопросы, касающиеся диагностики и лечения КХ.

Рост КХ прогрессивно медленный и экспансивный, что приводит к сдавливанию жизненно важных структур шеи, таких как сонные артерии, черепно-мозговые нервы, кости, гортань, трахея и пищевод. Это может значительно ухудшить качество жизни пациентов и даже представлять угрозу для их жизни [30]. В связи с этим и риском малигнизации, во всех случаях доброкачественной КХ рекомендована радикальная каротидная хемодектомэктомия (КХЭ) [59].

Одной из ключевых проблем при лечении КХ является сложность хирургического вмешательства. Первая успешная резекция опухоли была выполнена в 1951 году Conley, который провёл операцию с использованием протезирования внутренней сонной артерии (ВСА). Тем не менее во время КХЭ существует высокий риск повреждения стенки сосудов с развитием клинически значимого кровотечения и геморрагического шока [23] из-за гипervasкулярной структуры опухоли, плотной адгезии к окружающим тканям и гипотрофии мышечного слоя сонной артерии в месте прилегания к КХ [37]. Кроме того, в послеоперационном периоде достаточно часто проявляется такое осложнение, как парез черепно-мозговых нервов (ЧМН) в 19-49 % случаев [21, 37, 51].

Согласно данным исследований, КХ встречается крайне редко, с частотой 1:30,000–100,000 человек.

Злокачественные формы опухоли обнаруживаются в 6% случаев [16, 18, 36, 53, 54].

В международной базе данных Web of Science в течение последних 10 лет по теме каротидных образований и параганглиом различной локализации было опубликовано не более 35 работ, а в базе PubMed по критериям «рандомизированные научные исследования» и «клинические исследования» в этот период размещено всего 7 публикаций. По теме данной патологии в отечественных журналах опубликованы лишь 2 статьи с дизайном исследования «серия случаев» [40, 58].

Учитывая недостаточное количество научной информации о КХ, редкость указанной патологии, техническую сложность оперативного вмешательства, высокие периоперационные риски, связанные с хирургическим лечением, необходимо изучить и систематизировать лучшие тактические решения по диагностике и лечению больных с КХ на основании анализа современной литературы.

Цель исследования. Анализ современных эффективных тенденций в диагностике и лечении КХ, и определение актуальных направлений в данной теме.

Стратегия поиска

В результате проведённого поиска литературы было отобрано 64 публикации, отвечающие критериям включения. Широкий временной диапазон поиска (с 2000 по 2023 год) был выбран с учётом редкости заболевания и ограниченного числа публикаций, посвящённых КХ. Ввиду того, что частота появления научных работ по данной теме крайне низка, было решено включить все доступные исследования, способные предоставить релевантные данные. Это особенно касается редких фундаментальных

исследований начала 2000-х годов, которые внесли значительный вклад в формирование современного понимания КХ и по-прежнему используются в качестве основных источников.

Рассматривались все виды лечения доброкачественных КХ, включая традиционные хирургические методы и менее распространённые экспериментальные подходы. Для злокачественных форм КХ рассмотрена существующая схема химиотерапии. В обзор включены исследования, описывающие различные исходы лечения пациентов, с учётом различных типов дизайнов исследований — от описания клинических случаев до систематических обзоров с мета-анализом.

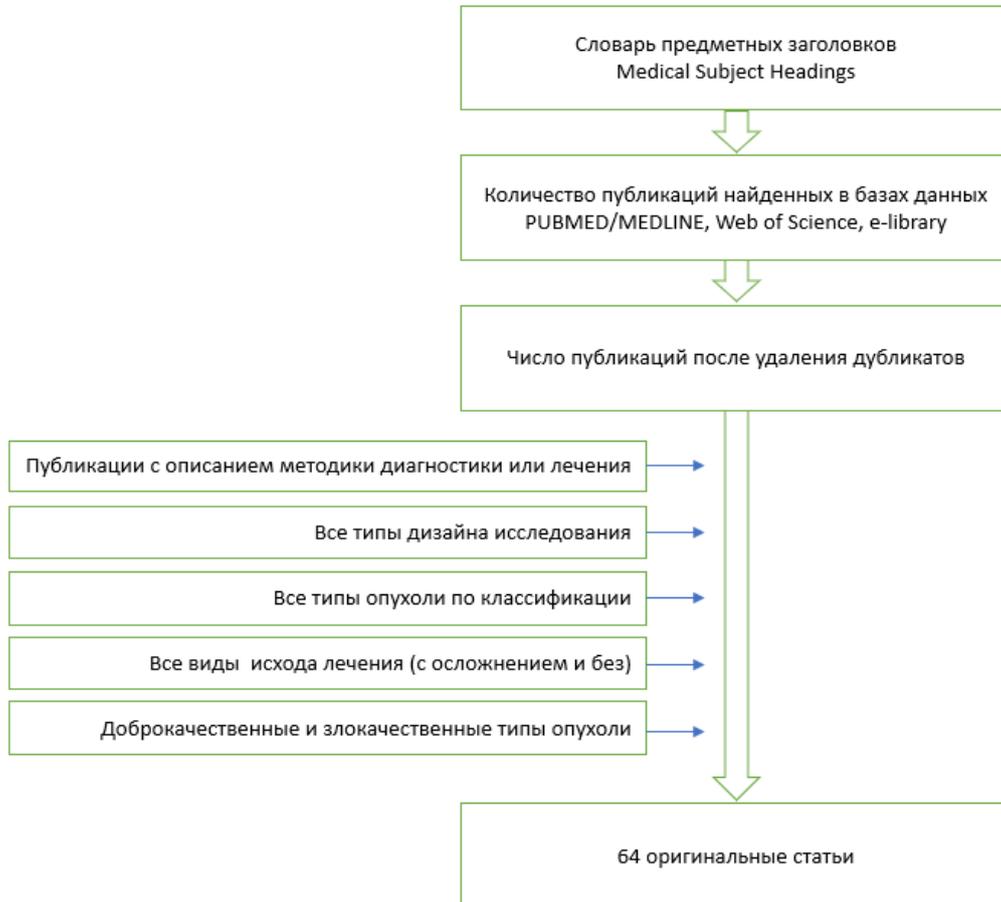
Источники исследования: в качестве основных источников информации были использованы базы данных PubMed/Medline, Web of Science и e-Library.ru.

Поиск публикаций также осуществлялся с помощью поисковой системы Google Scholar. Анализировались исключительно опубликованные данные, дополнительный контакт с авторами работ для получения неопубликованных данных не осуществлялся.

Методика отбора данных: для поиска в базе данных PubMed/Medline применялись термины из словаря Medical Subject Headings (MeSH), в результате чего были выделены следующие ключевые слова: *carotid body tumor, carotid body, chemodectoma, neck paraganglioma*. Из каждой отобранной публикации проводилась экстракция данных, способствующих оптимизации тактики диагностики и хирургического лечения КХ. Все данные были распределены по категориям на основе их актуальности и уровня достоверности.

Рисунок 1. Алгоритм поиска и отбора статей.

Figure 1. The algorithm for searching and selecting articles.



Результаты исследования

Широко встречаются публикации с наблюдательным, ретроспективным дизайном исследования. По мнению *Cohnert T. et al.* (2020), учитывая редкость патологии, рандомизированные клинические исследования трудно выполнить [15]. В отобранных систематических обзорах с проведенным мета-анализом этот факт указан в качестве главного ограничения [5, 29, 52, 55, 56]. Согласно систематическому обзору [52], методологическое качество встречаемых работ чаще всего низкое: средний балл по Newcastle-Ottawa scale – 3,8, ни одно исследование не получило более 5 баллов из 9 возможных. *Jackson R.S. et*

al. (2015) рекомендуют сосредоточить будущие исследования на стандартизации изучаемых данных, а также на выполнении проспективных исследований с группами сравнения [29].

Такого рода стандартизация являлась одной из задач исследования *Kotenko P.K. et al.* [34]. Авторы извлекли и стандартизировали данные о больных с КХ из исследований, приведенных в открытом доступе в базах данных PubMed/Medline, Web of Science и e-Library.ru, при помощи таких инструментов, как Python-библиотеки, для того чтобы создать программное обеспечение, которое диагностирует КХ на ранней

стадии ее формирования. Таким образом, база знаний о заболевании будет расширяться.

История изучения каротидной хемодектомы

Впервые каротидное тельце было описано швейцарским врачом Haller в 1743 году, хотя, по некоторым данным, это открытие произошло на год раньше, в 1742 году [20, 50]. Позднее Kohn впервые применил термин «параганглия», однако синонимы, такие как «опухоль каротидного тельца», «глобусная опухоль», «хемодектома» и «нехромаффинная опухоль», в настоящее время недостаточно точны, устарели и требуют пересмотра [45]. В 1743 году состоялось первое публичное описание образования учеником Haller – Taube, который назвал эту структуру «*ganglion minutum*» [64]. Taube описывал его «лежащим в бифуркации сонной артерии, соединенной с верхним шейным ганглием симпатической нервной системы». Сам же Haller затем в своей публикации 1762 года называл эту структуру «*ganglion exiguum*». Andersch K.S. тоже изучал каротидное тельце и назвал его «*gangliolum intercaroticum*». Он отметил, что снабжающие его волокна исходят от глоточной ветви блуждающего нерва [9]. Его оригинальная работа, появившаяся между 1751 и 1755 годами, долго считалась пропавшей, но потом была переиздана в 1797 году. Однако в этот период Neubauer (1772) «заново открыл» каротидное тельце, назвав его «*ganglion parvum*», а также описал ответвления к нему от верхнего гортанного нерва [64]. Несмотря на множество названий, которые предлагались различными авторами для обозначения опухоли каротидного тельца, термин «хемодектома» употребляется в современной литературе ещё довольно часто.

Эпидемиология

По результатам мультицентрового исследования Sajid M.S. et al. (2007) пришли к выводу, что КХ является редкой опухолью [53]. Многие авторы подтверждают этот вывод собственными наблюдениями, например Degollado-García J. et al. (2022) указывают на распространенность патологии 1:30000–100000 человек [18]. По данным специалистов КХ составляет 0,01–0,6% всех опухолей головы и шеи [18, 36]. Однако среди всех параганглиом головы и шеи (ПГШ) это самое распространенное новообразование [30, 53], которое встречается в 60–70% [16]. В 6% случаев можно обнаружить злокачественную форму КХ [54]. В национальных реестрах заболеваний Республики Казахстан не представлены эпидемиологические данные о распространенности и заболеваемости КХ.

Этиология

Этиологические факторы КХ остаются недостаточно изученными. Тем не менее, исследование Wang S.J. et al. (2000) указывает, что семейная форма заболевания наследуется по аутосомно-доминантному типу [60], что позволяет выявить предрасположенность у членов семьи пациентов. В частности, примерно 90% всех наследственных ПГШ связаны с синдромом семейной параганглиомы типа 1, 3 и 4, согласно Peterson L.A. et al. (2014). Интересно отметить, что около 8% явно спорадических параганглиом обусловлены передающимися мутациями клеток зародышевой линии. По словам автора это подчеркивает важность генетического тестирования для пациентов с

подозрением на КХ, и в случае обнаружения мутации, необходимо выявить носителей мутации гена в семье для оказания своевременной медицинской помощи и предотвращения развития заболевания [49]. Дополнительно, молекулярные исследования выявили точечные мутации SDHB и SDHD в семействе генов сукцинатдегидрогеназы (SDH) у пациентов с КХ. Учитывая, что такие мутации связаны с синдромом наследственной феохромоцитомы/параганглиомы, рекомендуется проводить дополнительные диагностические исследования на предмет феохромоцитомы [20, 27].

Также следует отметить, что имеются данные о повышенной заболеваемости КХ у населения, проживающего на больших высотах или страдающего хронической обструктивной болезнью легких, согласно исследованиям Huang P. et al. (2022), Wang S.J. et al. (2000) и Moscona-Nissan A. et al. (2022) [26, 60, 43].

Таким образом, на современном этапе ведущие роли в развитии КХ предполагаются у хронической гипоксии и точечных SDH мутаций.

Классификация

Первой детально проработанной классификацией КХ является система, предложенная Shamblyn W.R. et al. в 1971 году [54]. Она основана на анатомических характеристиках опухоли и её взаимоотношении с сонными артериями, а также на размере новообразования. Однако система остаётся субъективной, так как не предусматривает точных критериев для определения размеров опухоли в каждом из трёх типов.

В отличие от данной работы в 2006 году Luna-Ortiz K. et al. предложили разделение опухоли по размерам на группы «менее 4 см» и «более 4 см». Классификация Shamblyn W.R., в модификации Luna-Ortiz K. учитывает вовлеченность ЧМН и их ветвей в ткань опухоли, делит третий тип на подтип «а», соответствующий прежнему типу 3, и «b» – любой тип с инвазией опухоли в просвет сонной артерии [36, 54].

Согласно наблюдению Sajid M.S. et al. КХ по этиопатогенезу можно разделить на следующие формы:

- а) гиперпластическая – встречается у пациентов, которые страдают хронической гипоксией организма;
- б) семейная - характерна для пациентов молодого возраста, злокачественная форма встречается чаще в данной группе;
- в) спорадическая форма [53].

КХ – это эллипсоидный объект, и необходимо учитывать у него три измерения.

Объем опухоли рассчитывается по формуле объема эллипсоидного тела:

$$\frac{\pi}{6} ABC, \quad \text{где } A - \text{кранио-каудальный размер,} \\ B - \text{поперечный,} \\ C - \text{сагиттальный [31].}$$

Эта идея находит применение в классификации, предложенной Gu G. et al. (2021) и названной в честь университета PUMCH (Peking Union Medical College Hospital), в котором была разработана [23]. Преимущество данной классификации перед модифицированной классификацией Shamblyn-Luna-Ortiz в том, что она учитывает не только

горизонтальное, но и вертикальное распространение опухоли и разделяет образование на 5 типов с учетом анатомических ориентиров: горизонтальные проекционные линии, проведенные через угол нижней челюсти и сосцевидный отросток височной кости. Это позволяет применять классификацию у разных людей, несмотря на индивидуальную анатомию шеи и сонных артерий.

Таким образом, учитывая вертикальный рост опухоли, классификация PUMCH позволяет прогнозировать в предоперационном периоде риск повреждения магистральных артерий и ЧМН во время КХЭ.

Диагностика

Клиническая картина

Для КХ характерен медленный, вялотекущий рост, поэтому заболевание протекает бессимптомно. *Chen et al.* провели исследование клинических проявлений у 1810 пациентов, выделив наиболее часто встречающиеся симптомы. В подавляющем большинстве случаев (1400 случая) основным симптомом была безболезненная опухолевая масса в области шеи. Другие симптомы встречались значительно реже: ощущение инородного тела в шее наблюдалось в 25 случаях, осиплость голоса и кашель – в 70 случаях, головокружение – в 33 случаях, транзиторная ишемическая атака – в 44 случаях, дисфагия – в 43 случаях. Реже встречающиеся симптомы включали одышку (7 случаев), артериальную гипертензию (4 случая), шум в ушах (11 случаев), головную боль (16 случаев), синдром Горнера (9 случаев), паралич лицевого нерва (6 случаев), девиация языка (7 случаев) и зрительные расстройства (3 случая) [14].

Пациенты в большинстве случаев обращаются за медицинской помощью, когда опухоль в области шеи становится заметной визуально или ощутимой при пальпации, либо КХ обнаруживается как случайная находка. При латеральном расположении объемного образования шеи врачу следует заподозрить КХ [32]. Пациент должен быть направлен врачом первой линии на дополнительное обследование в стационар, который знаком с диагностикой и тактикой ведения пациентов с КХ [49]. Также считается возможным установить диагноз КХ предварительно на основании данных анамнеза и физикального исследования [8, 4]. *Westerband et al.*, *Tinkham M.R. et al.* и *Munakomi S. et al.* в своих работах описывают хорошо известную патогномичную пробу хирурга Fontaine, которая заключается в том, что при попытке смещения опухоли, она мобильна в горизонтальном направлении, при вертикальном смещении – крепко фиксирована и неподвижна [44, 57, 62]. Кроме того, важно обращать внимание на такой признак, как пульсация самого образования, которое обусловлено артериальным притоком крови к КХ [29].

Важно проводить дифференциальную диагностику КХ с другими образованиями в области шеи, такими как аневризмы или псевдоаневризмы сонной артерии, гематомы, гломусные опухоли блуждающего нерва и вагальные шванномы [25, 57]. Аневризмы сонной артерии подтверждаются с помощью КТ или МРТ, псевдоаневризмы, связанные с повреждением стенки сосуда, определяются с помощью ультразвука и ангиографии. Шванномы на МРТ обычно показывают зоны кистозной дегенерации и специфическое смещение сонных артерий впереди [25].

Злокачественный потенциал КХ трудно предсказать, однако *Nishijima H. et al.* (2011) уверены, что с размером опухоли связи нет [48]. В исследовании *Chen Y. et al.* в 32 случаях (1,79%) было описано метастазирование. Согласно данным авторов, большинство метастазов было найдено в локальных лимфатических узлах, во время как органные метастазы преимущественно встречаются в легких, костях, печени, головном мозге и поджелудочной железе [14].

Инструментальные исследования

Современные методы визуализации значительно улучшили предоперационную оценку рисков при КХЭ. Например, дуплексное сканирование позволяет выявить опухоль на ранних стадиях, что способствует безопасному проведению хирургического вмешательства. [62]. *Munakomi S. et al.* указывают, что при проведении ультразвукового исследования необходимо учитывать вероятность билатерального наличия опухоли и проверять контрлатеральный сонный треугольник на предмет КХ, особенно у возрастных пациентов [44]. *Sajid M.S. et al.* (2007), *A. Mkrtchyan* (2015) и *Degollado-García et al.* (2022) считают, что дуплексное сканирование показывает себя эффективно при постановке диагноза, но такие методы, как ангиография, компьютерная томография или МРТ полезны при планировании операционной тактики [53, 42, 18], а *Wen D. et al.* (2023) в своём исследовании продемонстрировали, что анализ изображений КТ-ангиографии эффективен для предоперационной оценки риска необратимого повреждения ЧМН [61]. На МРТ опухоль каротидного тельца изображается с характерным симптомом «соли и перца» [30]. *Ma D. et al.* (2010) считают «золотым стандартом» диагностики КХ цифровую субтракционную ангиографию [39].

Несмотря на поиск, *Arga S. et al.* (2008) не обнаружили среди данных литературы объективных критериев для прогнозирования типа опухоли по классификации Шамблин перед операцией. Авторы предложили при предоперационной МРТ-визуализации в аксиальной проекции измерять процент прилегания опухоли к окружности поперечного сечения ВСА, вне зависимости от размера новообразования. Степень прилегания опухоли к поперечному сечению ВСА: $\leq 180^\circ$ - Shamblin 1 type; 180° - 270° - Shamblin 2 type; $\geq 270^\circ$ - Shamblin 3. В своей работе авторы обнаружили высокую корреляцию между радиологическим прогнозом и исходом операции, а также отметили важность измерения свободного дистального сегмента ВСА для планирования возможности сосудистой реконструкции при необходимости [10].

Биопсия опухоли категорически не рекомендуется ввиду ее гиперваскулярности поэтому радиологическая визуализация – максимально допустимый диагностический метод до оперативного лечения [8].

В своем исследовании *Kim G.Y. et al.* (2017) предложили использовать показатель "расстояние от опухоли до основания черепа" на основе данных КТ-ангиографии. Авторы выявили, что чем меньше расстояние, тем выше риск повреждения ЧМН во время операции [33], что также подтверждено работой *Ivanjko F. et al.* (2023) [28]. Этот метод помогает разработать тактику хирургического вмешательства, но требует

более точного описания методики измерения, особенно указания конечной позиции на основании черепа.

Метод измерения свободного дистального сегмента ВСА, предложенный *Wen D. et al.* (2023) [61], также оценивает риск повреждения ЧМН, в связи с их скученным анатомическим расположением в зоне измерения. 3D-реконструкция КТ-ангиографии позволяет измерить свободный дистальный сегмент ВСА, указав начальной точкой выход из опухолевой массы и заканчивая вхождением в сонное отверстие височной кости. Таким образом измерение оказывается более точным. Кроме того, этот метод позволяет оценить техническую сложность возможной реконструкции сосудов.

Результаты одномерного анализа показали, что увеличение свободного дистального сегмента ВСА на 1 мм снижает встречаемость повреждения нервов на 9%. Логистический регрессионный анализ установил пороговое значение статистического воздействия длины свободного дистального сегмента ВСА на повреждение ЧМН, равное 28,7 мм. Если "дистальный сегмент ВСА" короче 28,7 мм, хирург должен предупредить пациента о высоком риске повреждения ЧМН перед операцией и сотрудничать с другими специалистами, такими как нейрохирург и отоларинголог, для предотвращения осложнений [61].

Лечение

В отдельных публикациях, например у *Shamblin W.R. et al.* (1971), со ссылкой на *Frey* (1966), утверждается, что первую резекцию опухоли сонной артерии в 1880 году выполнил *Riegner*, однако пациент скончался. В 1886 *Maydl* провел резекцию опухоли – пациент выжил, однако у него развилась гемиплегия и афазия [54]. *Albert* в 1889 году стал первым, кто иссек подобную опухоль без повреждения ЧМН и сонных артерий [44]. В то же время имеются подтверждения, что *Conley* в 1951 г. провел первую удачную резекцию вовлеченного в опухолевый процесс фрагмента общей сонной артерии с протезированием ВСА по поводу КХ. Для восстановления кровотока он произвел вшивание протеза из большой подкожной вены с наложением 2 анастомозов «конец-в-конец» [2]. Подобные публикации о лечении образований каротидной зоны в течение многих лет всегда были единичными, а также противоречивыми. Ситуация мало изменилась и в настоящее время, так как немногие сосудистые хирурги сталкиваются с данной патологией в своей работе.

Из-за потенциального риска малигнизации и прогрессирующего роста КХ консервативная тактика лечения не считается приемлемой [8, 62]. Рекомендуется раннее радикальное удаление опухоли, и КХЭ является предпочтительным методом лечения [3, 8, 16, 18, 38, 42, 59, 60]. Со времен первой попытки удаления опухоли КХЭ считается вмешательством, сопряженным с высоким риском для пациента. Основные причины трудности операции – большое количество питающих артерий и плотная адгезия опухоли к стенке сонной артерии [55].

Актуальным остается поиск практических решений, которые позволят минимизировать риск от операции. В приведенной литературе описаны исследования,

содержащие те или иные предложения по снижению периоперационных осложнений КХЭ.

Предоперационная эмболизация.

Для снижения риска кровотечения одним из часто применяемых методов является предоперационная эмболизация (ПЭ) артерий, питающих опухоль. Хотя ПЭ широко используется, её эффективность остаётся предметом обсуждения в литературе, и мнения специалистов по этому вопросу расходятся [5].

Ряд авторов, согласно данным *А. Мкртчяна*, считают, что после ПЭ происходит асептическое воспаление адвентиции артерий, поэтому во время операции технически сложно субадвентициально выделить опухоль и сохранить целостность артерии. При больших опухолях ПЭ сопряжена с высоким риском возникновения эмболических осложнений [42]. *Bercin S. et al.* (2015) утверждает, что преимущества ПЭ перед КХЭ спорны и не проявляются в уменьшении интраоперационной кровопотери, облегчении диссекции и сокращении длительности КХЭ. Кроме того, риск повреждения сосудов во время выделения увеличивается [13].

Однако на основании результатов нескольких систематических обзоров и мета-анализов сделано заключение, что ПЭ статистически значимо уменьшает интраоперационную кровопотерю во время КХЭ в основной группе, по сравнению с контрольной группой, которая подверглась только резекции КХ [29, 55, 56].

В нескольких работах отведена большая роль интервалу между проведением этапов оперативного лечения. Так, проведение ПЭ непосредственно перед операцией уменьшает кровопотерю и облегчает удаление опухоли [7, 11, 15, 27, 29, 31, 52, 55, 56, 60]. *Wang S.J. et al.* (2000) указывает оптимальным интервалом между процедурами менее 48 часов до операции [60]. *Katagiri K. et al.* (2019) назвал безопасной и наилучшей тактикой выполнение ПЭ и КХЭ в тот же день [31]. *Texakalidis P. et al.* (2019) предлагал в будущих исследованиях изучить оптимальный временной интервал между ПЭ и резекцией опухоли с учетом размера опухоли и типа опухоли по классификации *Shamblin W.R. et al.* [56, 54].

О размере КХ, при котором наиболее целесообразно применение ПЭ высказались несколько авторов. Согласно исследованию *Amato et al.* (2020) при больших размерах опухоли применение ПЭ представляется наиболее обоснованным и эффективным дополнением к хирургическому удалению опухоли [7], особенно при опухолях II и III типа по классификации *Shamblin* (≥ 6670 мм³) [46]. В работе *Napoli G. et al.* (2023) отмечается, что ПЭ связана со значительным уменьшением кровопотери ($p < 0,01$) [47].

В исследовании этой же группы авторов применение ПЭ не повлияло на длительность операции ($p = 1,0$) [47]. Однако в систематических обзорах и мета-анализах *Jackson R.S. et al.* (2015), *Texakalidis P. et al.* (2019), *Shiga et al.* (2022) подчеркивают статистически значимое сокращение времени проведения хирургического удаления опухоли при использовании ПЭ [29, 56, 55].

Важно понимать какая артерия питает КХ, чтобы провести суперселективную ПЭ. Восходящая глоточная артерия наиболее часто питает опухоль [27].

В мировой практике для проведения ПЭ применяются три основных эмболизирующих материала: микросферы, поливиниловый спирт и спирали. Однако сравнительная эффективность этих методов до настоящего времени не была предметом достаточного исследования. Необходимы дальнейшие клинические исследования для определения оптимального подхода и выявления преимуществ того или иного материала в зависимости от конкретных клинических ситуаций.

Так, для проведения ПЭ *Guzhin V.E. et al.*, а также ряд большинства авторов используют неадгезивную композицию Опух, в то время как *Bellamkonda K.S. et al.* (2021) рекомендует применять платиновые спирали, вместо традиционных методов эмболизации для исключения риска локального воспаления и устойчивой девакуляризации опухоли [24, 11]. Спорность оценки эффективности ПЭ сохраняется по сей день, однако объясняется разнообразием факторов при выполнении КХЭ в различных медицинских учреждениях по всему миру [55].

Так или иначе, высокие по уровню достоверности систематические обзоры с мета-анализом приходят к заключению, что проведение ПЭ целесообразно. Важно разработать четкие критерии отбора пациентов для проведения ПЭ и соблюдать вышеприведенные условия для оптимизации хирургического ведения пациентов [15].

Каротидная хемодектомэктомия.

Плотная адгезия опухоли к сонной артерии или ее инвазивный рост в просвет сосуда часто приводят к травме стенки ВСА и вызывают техническую трудность при ее удалении. В таких случаях *Антонив Т.В. и др.* предложили накладывать шов вдоль оси сонной артерии с прошиванием двух сосудистых стенок. Таким образом опухоль изолируется от основного просвета сонной артерии и ее можно удалять безопасно [1].

В аспекте хирургической техники в 1940 году *Gordon-Taylor G.* описал безопасный метод удаления опухоли с субадвентициальной диссекцией по так называемой «белой линии» [22]. В 1998 году *Lafrati M.D.* в качестве вспомогательных мер применил ПЭ, подвывих челюсти для улучшения доступа, эндотрахеальный наркоз, аутопротезирование сонной артерии участком большой подкожной вены [35]. *Degollado-Garcia J. et al.* (2022) применял систематическую ПЭ, микрохирургическую периадвентициальную диссекцию сонных артерий, биполярную электрокоагуляцию вместо монополярной и бинокулярную оптику. Это позволило выполнить полную резекцию КХ без необходимости перевязки или реконструкции сонной артерии и снизило риск повреждения соседних нервных структур [18].

По мнению *А.А. Фокина и других авторов* для реконструкции ВСА, подходят как синтетический протез, так и фрагмент аутовены [4]. *А. Маткеримов* (2021) предлагает проводить дуплексное сканирование большой подкожной вены на предмет пригодности к возможному аутопротезированию участка сонной артерии. При необходимости резекции сонной артерии или при наличии предпосылок к удлинению времени операции рекомендуется установить внутрисосудистый шунт. Для пациентов, которым проводилось КХЭ с

протезированием, рекомендуется проводить УЗИ в течение первых 48 часов, а также контролировать неврологический статус больного после пробуждения. [40]

Важные предложения касаются организационных мероприятий для снижения риска при КХЭ. Так, *Gad Ф. et al.* (2014) отмечают, что попытки по удалению КХ в неспециализированных стационарах и на первичном уровне увеличились. Поэтому для снижения операционных рисков главным требованием следует считать наличие квалифицированных хирургов или соответствующей хирургической команды с опытом выполнения КХЭ [21]. Наилучшие результаты достигаются мультидисциплинарной хирургической командой, которая состоит из ангиохирурга, оториноларинголога и нейрохирурга [18, 24, 35, 53]. Некоторые авторы подчеркивают, что резекцию опухоли должен проводить только сосудистый хирург, который владеет техникой реконструкции сосудов на высоком уровне [3, 4, 21]. *Belotserkovskiy V. et al.* выделили три критерия которые необходимо учитывать, чтобы избежать тяжелых интра – и постоперационных осложнений: грамотное использование возможностей современных методов лучевой диагностики, предоперационное планирование объема вмешательства, контролируемый гемостаз во время операции [12].

Перед проведением КХЭ следует объявить трансфузионную готовность, подготовить дозу крови для переливания [40]. Следует измерять артериальное давление до, во время и после операционного лечения, так как во многих исследованиях было обнаружено статистически значимое снижение АД после КХЭ у всех пациентов [17].

Texakalidis P. et al. (2019) утверждает, что частота паралича ЧМН была одинаковой у пациентов с ПЭ и без нее [56]. *Маткеримов А.* (2021) рекомендует давать пациенту пить воду после пробуждения небольшими глотками строго в присутствии врача с целью определения возможного повреждения ЧМН [40]. С целью исключения рецидива опухоли, отдаленных метастазов и возможной малигнизации за пациентами необходимо длительное наблюдение [4, 40, 48, 63].

В аспекте лечения злокачественной формы КХ с метастатическим распространением показала свою эффективность химиотерапия по схеме «циклофосфамид + сунитиниб» [63].

Перспективные направления в лечении

В свете обширных исследований, посвященных традиционным методам хирургического лечения КХ, важно обратить внимание на экспериментальные подходы, рассмотренные в мировой литературе. Несмотря на их ограниченное применение в клинической практике, эти методы представляют собой значимый объект исследований, вносящий ценный вклад в понимание возможностей и перспектив хирургического вмешательства при КХ.

Так, следуя принципу девакуляризации опухоли перед ее удалением, *Moscona-Nissan A. et al.* (2022) предложил метод имплантации ПТФЭ стент-графта в ОСА и ВСА для перекрытия кровотока в наружной сонной артерии [43]. Таким образом обеспечена защита

мозгового кровотока, во время операции снижен риск кровопотери из ОСА и ВСА. С той же целью *Elhamdy M.S. et al.* (2009) описал метод применения прямой перкутанной внутриопухлевой эмболизации КХ раствором этилен-винилового спирта. Авторы объяснили, что это обеспечивает легкий и кратчайший доступ к сосудистой сети опухоли, исключает технические трудности суперселективной катетеризации питающих артерий при традиционной ПЭ. Длительность операции значительно сократилась в сравнении с трансартериальной эмболизацией [19]. *Luna-Ortiz K. et al.* (2010) в другом своем исследовании применили во время операционных вмешательств систему электролигирования сосудов, это помогло уменьшить объем кровопотери и длительность КХЭ [37].

С учетом представленных выше результатов научного обзора современной литературы, которая отражает проблемы КХ можно сделать следующее **заключение:**

- В представленном обзоре литературы рассмотрены основные ключевые аспекты КХ, имеющиеся в открытой печати, включая её этиологию, классификацию, методы диагностики и лечения;

- Нами выявлено, что, несмотря на редкость, опухоль (КХ) вызывает значительный интерес у хирургов из-за технической сложности операции и высокого периоперационного риска;

- Основываясь на анализе современных исследований, мы выявили, что диагностика и лечение КХ является сложной задачей, требует мультидисциплинарного подхода. Тщательная предоперационная диагностика помогает минимизировать риски, связанные с операцией, и обязательно должна включать ультразвуковое дуплексное сканирование и КТ-ангиографию.

- Обзор литературы показал, что особое внимание должно быть уделено значению новой классификации PUMCH и методам измерения факторов риска до операции, таким как измерение дистального сегмента ВСА. Эти инновации в диагностической практике значительно улучшают планирование хирургических вмешательств и минимизируют риски, связанные с повреждением важных анатомических структур.

- Исследование показало, что хирургическое вмешательство остается наиболее эффективным методом лечения КХ, несмотря на определенные риски и сложности. Но при этом следует особое внимание уделить техникам, направленным на минимизацию кровопотери и сохранение нервных структур, включая ПЭ с применением перспективных экспериментальных методов лечения КХ. Дальнейшие исследования этих методов могут предоставить дополнительные возможности для снижения периоперационных рисков и улучшения исходов лечения.

Выводы

Анализ литературы посвященной КХ показывает настоятельную необходимость продолжения дальнейших исследований в данной области медицины. Это диктуется недостаточными знаниями и редкостью КХ среди населения, противоречивостью клинических наблюдений. Будущие исследования должны быть сосредоточены:

- а) на улучшении методов диагностики,
- б) разработке стандартизированных протоколов лечения,

- в) на тщательном и скрупулёзном анализе долгосрочных послеоперационных результатов,

- г) а также на оценке потенциала и безопасности внедрения в клинику экспериментальных методов лечения.

В итоге представленный в обзоре материал подчеркивает важность комплексного подхода к лечению КХ, разработки новейших диагностических алгоритмов, направленных на оптимизацию плана лечения, что в свою очередь требует более тесного взаимодействия специалистов в различных областях медицины.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии финансовых или других взаимоотношений, которые могут привести к конфликту интересов.

Вклад авторов: Авторы имели равноценный вклад при написании данной статьи.

Финансирование не заявлено. Авторы подтверждают, что материалы, представляемые в данной статье, не были опубликованы в другом печатном издании.

Литература:

1. Антонив Т.В., Попадюк В.И. Хирургическое лечение при хемодектоме каротидного гломуса I-II типа. Вестник ЮУрГУ, 2013. 14(1), 124–127.

2. Крылов, В.В., Дашьян В.Г., Лемнев В.Л., Лукьянчиков В.А. Операции ревазуляризации головного мозга в сосудистой нейрохирургии (В. В. Крылов, Ed.). Издательский дом "БИНОМ." 2014. 11 стр.

3. Покровский А.В., Дан В.Н., Головиук А.Л., Яшина Н.И., Тумина И.Е. Хемодектомы шеи опыт хирургического лечения 105 пациентов. Высокотехнологическая Медицина, 2015. 4, 32–38.

4. Фокин А.А., Терешин О.С., Владимирский В.В., Машковцев П.С. Реконструктивные операции на сонных артериях при каротидных хемодектомах. Ангиология и Сосудистая Хирургия, 2007, 4, 51–54.

5. Abu-Ghanem S., Yehuda M., Carmel N.N., Abergel A., Fliss D.M. Impact of preoperative embolization on the outcomes of carotid body tumor surgery: A meta-analysis and review of the literature. Head and Neck, 2016. 38, E2386–E2394. <https://doi.org/10.1002/hed.24381>.

6. Alferova J.S., Surina V.D., Karpov N.V. Current conception of carotid chemodectoma and efficiency of its treatment methods. Kazan Medical Journal, 98(5), 792–796. <https://doi.org/10.17750/kmj2017-792>.

7. Amato B., Compagna R., Florio A., Calemma F., Rocca A., Salzano F., Brongo S., Gasbarro V., Aprea, G. (2020). Surgical versus sequential hybrid treatment of carotid body tumors. Open Medicine (Poland), 2017. 14(1), 968–976. <https://doi.org/10.1515/med-2019-0115>.

8. Anand J., Singh J.P. Bilateral sporadic carotid body tumors - A rare case report. Radiology Case Reports, 2018. 13(5), 988–992. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2018.07.001>.

9. Andersch K.S., Andersch E.P. Tractatio anatomico-physiologica de nervis humani corporis aliquibus (E.P. Andersch, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Fasch, 1797.

10. Arya S., Rao V., Juvekar S., Dacruz A.K. Carotid body tumors: Objective criteria to predict the Shamblin group on MR imaging. American Journal of Neuroradiology, 2008. 29(7), 1349–1354. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1092>.

11. Bellamkonda K.S., Chen J.F., Tonnessen B., Rahmati R., Nassiri N. Superselective carotid body tumor embolization with platinum-based coils. *Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques*, 2021. 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jvscit.2020.10.007>.
12. Belotserkovskiy V., Bondar A.V., Yanieva D.G. Diagnosis and treatment of the neck paragangliomas. *Klinicheskaia Khirurgiia*, 2020. 87(9–10), 89–96. <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2020.9-10.89>
13. Bercin S., Muderris T., Sevil E., Gul F., Kilicarslan A., Kiris M. Efficiency of preoperative embolization of carotid body tumor. *Auris Nasus Larynx*, 2015. 42(3), 226–230. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2014.10.013>.
14. Chen Y., Li Y., Liu J., Yang L. The clinical characteristics and outcomes of carotid body tumors in Chinese patients: A STROBE-compliant observational study. *Medicine (United States)*, 2020. 99(3). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018824>.
15. Cohnert T., Muhlsteiner J., Siegl G., Deutschmann, H. Preoperative Embolization in Carotid Body Tumor Surgery—Benefit or Risk? *Journal of Vascular Surgery*, 2020. 72(1), e65. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.04.120>.
16. Darouassi Y., Alaoui M., Mliha Touati M., AL Maghraoui O., En-nouali A., Bouaity B., Ammar H. Carotid Body Tumors: A Case Series and Review of the Literature. *Annals of Vascular Surgery*, 2017. 43, 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.03.167>.
17. de Franciscis S., Grande R., Butrico L., Buffone G., Gallelli L., Scarcello E., Caliò F.G., De Vito D., Compagna R., Amato M., Fugetto F., Gasbarro V., Amato B., Serra R. Resection of carotid body tumors reduces arterial blood pressure. An underestimated neuroendocrine syndrome. *International Journal of Surgery*, 2014. 12, S63–S67. <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2014.05.052>.
18. Degollado-García J., Medina-Pizarro M., Cano-Velazquez G., Balcázar-Padrón J. C., Gutierrez-Avila O., Nathal E. Microsurgical treatment of carotid body tumors using periadventitial dissection: Analysis of outcomes and prognostic factors in a neurological referral center. *Surgical Neurology International*, 2022. 13. https://doi.org/10.25259/SNI_572_2022.
19. Elhammady M.S.A., Farhat H., Ziyee H., Aziz-Sultan M.A. Direct percutaneous embolization of a carotid body tumor with Onyx: Case report. *Journal of Neurosurgery*, 2009. 110(1), 124–127. <https://doi.org/10.3171/2008.4.17513>
20. Else T. Pheochromocytoma, paraganglioma and genetic syndromes: A historical perspective. In *Endocrine-Related Cancer* 2015. Vol. 22, Issue 4, pp. T147–T159. BioScientifica Ltd. <https://doi.org/10.1530/ERC-15-0221>.
21. Gad A., Sayed A., Elwan H., Fouad F.M.S., Kamal Eldin H., Khairy H., Elhindawy K., Taha A., Hefnawy E. Carotid Body Tumors: A Review of 25 Years' Experience in Diagnosis and Management of 56 Tumors. *Annals of Vascular Diseases*, 2014. 7(3), 292–299. <https://doi.org/10.3400/avd.0a.13-00116>.
22. Gordon-Taylor G. On carotid tumours. *British Journal of Surgery*, 2005. 28(110), 163–172. <https://doi.org/10.1002/bjs.18002811003>.
23. Gu G., Wu X., Ji L., Liu Z., Li F., Liu B., Liu C., Ye W., Chen Y. Proposed modification to the Shamblin's classification of carotid body tumors: A single-center retrospective experience of 116 tumors. *European Journal of Surgical Oncology*, 2021. 47(8), 1953–1960. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2021.05.013>
24. Guzhin V. E., Cherepanov A. V., Dzhafarov V. M. Surgical treatment of cervical paragangliomas // *Khirurgiia*. – 2018. – №. 3. – С. 70-75. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018370-75>.
25. Hoang V.T., Trinh C.T., Lai T.A.K., Doan D.T., Tran, T.T. Carotid body tumor: A case report and literature review. *Journal of Radiology Case Reports*, 2019. 13(8), 19–30. <https://doi.org/10.3941/jrcr.v13i8.3681>.
26. Huang P., Bao H., Zhang L., Liu R. Surgical treatments and diagnosis of carotid body tumor. *Asian Journal of Surgery*. 2023. 46 (2), 941-942 <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2022.07.068>.
27. Ikeda A., Shiga K., Katagiri K., Saito D., Miyaguchi J., Oikawa S.I., Tsuchida K., et al. Multi-institutional survey of carotid body tumors in Japan. *Oncology Letters*, 2018. 15(4), 5318–5324. <https://doi.org/10.3892/ol.2018.7925>.
28. Ivanjko F., Konstantiniuk P., Muehlsteiner J., Cohnert T. Effect of distance to the base of skull and tumor size characteristics on cranial nerve injuries in carotid body tumor resections. *Journal of Vascular Surgery*, 2023. 77(2), 523–528. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.09.001>.
29. Jackson R.S., Myhill J.A., Padhya T.A., McCaffrey, J.C., McCaffrey T.V., Mhaskar R.S. The effects of preoperative embolization on carotid body paraganglioma surgery: A systematic review and meta-analysis. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*, 2015. 153(6), 943–950. <https://doi.org/10.1177/0194599815605323>.
30. Kashtanova N.Yu., Pyatkova I.I. Paragangliomas of the Head and Neck: Epidemiology, Radiologic Diagnosis, Treatment. *Medical Visualization*, 2017. 2, 16–27. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-2-16-27>.
31. Katagiri K., Shiga K., Ikeda A., Saito D., Oikawa S., Tsuchida K., Miyaguchi J., Tamura A., Nakasato T., Ehara S., Ishida K. Effective, same-day preoperative embolization and surgical resection of carotid body tumors. *Head and Neck*, 2019. 41(9), 3159–3167. <https://doi.org/10.1002/hed.25805>.
32. Kaygusuz I., Karlidag T., Keles E., Yalcin S., Yuksel K. Carotid body tumor: Clinical features. *Journal of Craniofacial Surgery*, 2015. 26(7), e586–e588. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000002003>
33. Kim G.Y. et al. New predictors of complications in carotid body tumor resection Mosby Inc., 2017.C. 1673–1679.
34. Kotenko P.K., Zhabrovets E.A. Planning of a Project to Develop a Medical Decision Support System for Diagnosing Carotid Body Tumors. *Economics. Law. Innovaion*, 2022. 63–71. <https://doi.org/10.17586/2713-1874-2022-2-63-71>
35. Lafrati M.D., Jrt D. Adjuvant techniques for the management of large carotid body tumors. A case report and review. In *SCIENCES Cardiovascular Surgery* 1998. Vol. 7, Issue 1. ELSEVIER. [doi.org/10.1016/S0967-2109\(98\)00066-0](https://doi.org/10.1016/S0967-2109(98)00066-0).
36. Luna-Ortiz K., Rascon-Ortiz M., et al. Does Shamblin's classification predict postoperative morbidity in carotid body tumors? A proposal to modify Shamblin's classification. *European Archives of Oto-Rhino-*

- Laryngology, 2006. 263(2), 171–175. <https://doi.org/10.1007/s00405-005-0968-4>
37. Luna-Ortiz K., Villavicencio-Valencia V., Carmona-Luna T., Cano-Valdez A.M., Gómez A.H. Carotid body tumour resection with LigaSure® device. *Acta Otorrinolaringologica (English Edition)*, 2010. 61(1), 6–11. [https://doi.org/10.1016/s2173-5735\(10\)70002-8](https://doi.org/10.1016/s2173-5735(10)70002-8)
38. Luther, A., & Mahajan, A. (2014). *Carotid Body Tumor-A Rare Case Report. Journal of International Medical Science Academy*, 27(4), 205–205.
39. Ma D., Liu M., Yang H., Ma X., Zhang C. Diagnosis and surgical treatment of carotid body tumor: A report of 18 cases. *Journal of Cardiovascular Disease Research*, 2010. 1(3), 122–124. <https://doi.org/10.4103/0975-3583.70905>
40. Matkerimov A., Saduakas A. Carotid body tumors: surgical treatment and perioperative risk factors of adverse events. *Вестник Хирургии Казахстана*, 2021. 2, 30–36.
41. Miselli A. et al. Carotid glomus tumors. Study of 2 cases using color Doppler ultrasonography. *La Radiologia medica*. 1994. № 6 (88). С. 877–880.
42. Mkrtchyan A.N., Aramyan A.P., Miridzhanyan M.M. Surgical treatment of carotid chemodectomas. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*, 2015. 8(1), 92–96. <https://doi.org/10.17116/kardio20158192-96>
43. Moscona-Nissan A., Saldivar-Rodea C.A., Enríquez-García R., Rincón-Ángel L.I., Calzada A.N., Seidman-Sorsby A., Cruz-Zermeño M. Bilateral carotid body tumor case: A novel preoperative management. *Radiology Case Reports*, 2022. 17(3), 1021–1029. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2021.11.009>
44. Munakomi S., Chaudhary S., Cherian I. Case Report: Managing a giant, high-grade carotid body tumor in a resource-limited setting. *F1000Research*, 2017. 6, 1801. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12726.1>
45. Naik S.M., Shenoy A.M., Nanjundappa H.R., Chavan P., Sidappa K., Amritham U., Gupta S. Paragangliomas of the Carotid Body: Current Management Protocols and Review of Literature. *Indian Journal of Surgical Oncology*, 2013. 4(3), 305–312. <https://doi.org/10.1007/s13193-013-0249-4>
46. Nan L., Ruimeng Y., Guangqi C., Yonghui H. Preoperative embolization is necessary for large-volume carotid body tumor (≥ 6670 mm³) resection. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2023. 280, 4177–4183. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00405-023-07990-2>
47. Napoli G., Tritto R., Moscarelli M. et al. Role of preoperative embolization in carotid body tumor surgery according to Shamblyn classification: A systematic review and meta-analysis. *Head & Neck*, 2023. 45(5), 1141–1148. <https://doi.org/doi.org/10.1002/hed.27318>
48. Nishijima, H., Asakage, T., Sugawara, M. Malignant Carotid Body Tumor With Systemic Metastases. *Rhinology & Laryngology*, 2011. 120(6), 381–385. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/000348941112000606>
49. Peterson L.A., Litzendorf M., Ringel M.D., Vaccaro P.S. SDHB gene mutation in a carotid body paraganglioma: Case report and review of the paraganglioma syndromes. *Annals of Vascular Surgery*, 2014. 28(5), 1321.e9–1321.e12. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2013.12.012>
50. Pick J. The Discovery of the Carotid Body. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 1959. 14(1), 61–73. <http://jhmas.oxfordjournals.org/>
51. Power A.H., Bower T.C., Kasperbauer J., Link M.J., Oderich G., Cloft H., Young W.F., Gloviczki P. Impact of preoperative embolization on outcomes of carotid body tumor resections. *Journal of Vascular Surgery*, 2012. 56(4), 979–989. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.03.037>
52. Robertson V., Poli F., Hobson B., Saratzis A., Ross Naylor A. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Presentation and Surgical Management of Patients with Carotid Body Tumours. In *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019. Vol. 57, Issue 4, pp. 477–486. W.B. Saunders Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.10.038>
53. Sajid M.S., Hamilton G., Baker D.M., on behalf of Joint Vascular Research Group. A Multicenter Review of Carotid Body Tumour Management. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2007. 34(2), 127–130. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.01.015>
54. Shamblyn W.R., Remine W.H., Sheps S.G., Harrison E.G. Carotid Body Tumor (Chemodectoma) Clinicopathologic Analysis of Ninety Cases. *The American Journal of Surgery*, 1971. 122(6), 732–739.
55. Shiga K., Katagiri K., Ikeda A., Saito D., Oikawa S. I., Tsuchida K., Miyaguchi J., Kusaka T., Tamura A. Challenges of Surgical Resection of Carotid Body Tumors - Multiple Feeding Arteries and Preoperative Embolization. *Anticancer Research*, 2022. 42(2), 645–652. <https://doi.org/10.21873/anticancer.15522>
56. Texakalidis P., Charisis N., Giannopoulos S., Xenos D., Rangel-Castilla L., Tassiopoulos A.K., Jabbour P., Grossberg J.A., Machinis T. Role of Preoperative Embolization in Carotid Body Tumor Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *World Neurosurgery* 2019. Vol. 129, pp. 503–513.e2. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.05.209>
57. Tinkham M.R. Care of the Patient Undergoing Surgical Excision of a Carotid Body Chemodectoma. *AORN Journal*, 2010. 91(1), 117–131. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2009.09.021>
58. Tulemissov A. An analysis of an integrated approach to carotid body tumor surgical treatment at the National Research Oncology Center (Nur-Sultan, Kazakhstan). *Oncologia i Radiologia Kazakhstana*, 2022. 64(2), 28–32. <https://doi.org/10.52532/2521-6414-2022-2-64-28-32>
59. Valero C., Ganly I., Shah J.P. Head and neck paragangliomas: 30-year experience. *Head and Neck*, 2020. 42(9), 2486–2495. <https://doi.org/10.1002/hed.26277>
60. Wang S.J., Wang M.B., Barauskas T.M., Calcaterra, T.C. Surgical management of carotid body tumors. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 2000. 123(3), 202–206. <https://doi.org/10.1067/mhn.2000.106709>
61. Wen D., Zhou J., Li Y., Zhu J., Wang S., Song C., Yin W., Jia Z., Zhu X., Wei X., Zhao, Z., Sun Y. A new potential risk factor for permanent cranial nerve injury following carotid body tumor resection. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 2023. 13(1), 384–393. <https://doi.org/10.21037/qims-22-464>
62. Westerband A., Hunter G.C., Cintora I., Coulthard, S.W., Hinni M.L., Gentile A.T., Devine J., Mills J.L. Current trends in the detection and management of carotid body tumors. *Journal of Vascular Surgery*, 1998. 28(1), 84–93. [https://doi.org/10.1016/S0741-5214\(98\)70203-4](https://doi.org/10.1016/S0741-5214(98)70203-4)

63. Xing J., Cheng Y., Ying H., Guan M., Jia N., Bai C. Systemic treatment of a metastatic carotid body tumor: A case report and literature review. *Medicine*. 2020. 99(47), e22811. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000022811>

64. Zak F.G., Lawson W. The Paraganglionic Chemoreceptor System. In *The Paraganglionic Chemoreceptor System*. Springer US. 1982. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5668-7>.

References:

1. Antoniv T.V., Popadyuk V.I. Khirurgicheskoe lechenie pri khemodektome karotidnogo glomusa I-II tipa [Carotid body tumor type I-II surgical treatment]. *Vestnik YuUrGU* [Bulletin of SUSU]. 2013. 14(1), pp.124–127. [in Russian]

2. Krylov, V.V., Dash'yan V.G., Lemenev V.L., Luk'yanchikov V.A. *Operatsii revaskulyarizatsii golovnoy*

mozga v sosudistoy neirokhirurgii [Brain revascularization operations in vascular neurosurgery]. Izdatel'skii dom «BINOM» [«BINOM» Publishing House]. 2014. 11 [in Russian]

3. Pokrovskii A.V., Dan V.N., Golovyuk A.L., Yashina N.I., Timina I.E. Khemodektomy shei opyt khirurgicheskogo lecheniya 105 patsientov [Neck carotid body tumor: 105 patients surgical treatment experience]. *Vysokotekhnologicheskaya Meditsina* [High-Tech Medicine]. 2015. 4, 32–38. [in Russian]

4. Fokin A.A., Tereshin O.S., Vladimirov V.V., Mashkovtsev P.S. Rekonstruktivnye operatsii na sonnykh arteriyakh pri karotidnykh khemodektomakh [Reconstructive operations on carotid arteries in carotid body tumors]. *Angiologiya i Sosudistaya Khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2007, 4, pp. 51–54. [in Russian]

Контактная информация:

Тулемисов Абай Канатович – докторант PhD, врач-ангиохirurg отдела интервенционной радиологии Корпоративного Фонда University Medical Center, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Туран 32; E-mail: a.tulemisov@umc.org.kz; Телефон: +7 777 545 70 00;

Султаналиев Токан Анарбекович – д.м.н., профессор, главный консультант по хирургии ТОО «Национальный Научный Онкологический Центр», 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Керей и Жанибек ханов 3; E-mail: tokan49@mail.ru; Телефон: +7 701 711 72 64;

Фурсов Александр Борисович – д.м.н., профессор кафедры хирургических болезней, бариатрической хирургии и нейрохирургии НАО «Медицинский Университет Астана», 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Абая 47/А; E-mail: abfcom@yandex.ru; Телефон: +7 701 317 75 47;

Сагандыков Ирлан Нигметжанович – к.м.н., заведующий Центра Сосудистой Хирургии ТОО «Национальный Научный Онкологический Центр», 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Керей и Жанибек ханов 3; E-mail: irlan_sag@mail.ru; Телефон: +7 701 908 59 87;

Землянский Виктор Викторович – PhD, заведующий отделом интервенционной радиологии Корпоративного Фонда University Medical Center, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Туран 32; E-mail: zemlyanskiy.viktor@umc.org.kz; Телефон: +7 705 500 02 66;

Тен Ирина Эдуардовна – врач интервенционный радиолог отдела интервенционной радиологии Корпоративного Фонда University Medical Center, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Туран 32; E-mail: ten.irina@umc.org.kz; Телефон: +7 771 050 93 03;

Догалбаев Ербол Кайратбекович – докторант PhD, врач-ангиохirurg отдела интервенционной радиологии Корпоративного Фонда University Medical Center, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Туран 32; E-mail: yerbol.do@umc.org.kz; Телефон: +7 747 508 09 89;

Тукинов Руслан Ялкынович – врач интервенционный радиолог отдела интервенционной радиологии Корпоративного Фонда University Medical Center, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Туран 32; E-mail: ruslan.tukinov@umc.org.kz; Телефон: +7 705 238 95 55;

Фурсов Роман Александрович – д.м.н., доцент кафедры хирургических болезней, бариатрической хирургии и нейрохирургии НАО «Медицинский Университет Астана», 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Абая 47/А; E-mail: fursrom@mail.ru; Телефон: +7 705 101 50 11;

Волчкова Ирина Сергеевна – д.м.н., профессор кафедры хирургических болезней, бариатрической хирургии и нейрохирургии НАО «Медицинский Университет Астана», 010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Абая 47/А. E-mail: volchkovais@mail.ru; Телефон: +7 701 720 04 70;

Автор-корреспондент:

Тулемисов Абай Канатович – докторант PhD, врач-ангиохirurg, Отдел интервенционной радиологии, Корпоративный Фонд University Medical Center, г. Астана, Республика Казахстан.

Почтовый адрес: Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Туран 32, блок 1 D.

E-mail: abaytulemisov@gmail.com

Телефон: +7 777 545 70 00