



3.1.25. Лучевая диагностика КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Компьютерная томография в диагностике синдрома грудного выхода

Л. А. Титова, А. А. Грицай✉, Е. М. Толстых, С. И. Маркс, Н. В. Ищенко, М. В. Анисимов,
А. Ю. Гончарова, И. А. Баранов, Л. А. Хаецкая

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация

✉ x-ray73@mail.ru

Аннотация

Синдром грудного выхода (СГВ) представляет собой группу клинических синдромов, вызванных врожденным или приобретенным сдавлением плечевого сплетения или подключичных сосудов при их прохождении через верхнюю грудную апертуру. Симптоматика СГВ варьирует в зависимости от формы синдрома: нейрогенная форма (боль и парестезии в руке, слабость мышц кисти, атрофия мышц тенара), венозная форма (отек и цианоз конечности, видимые коллатерали, тромбоз подключичной вены), артериальная форма (ишемия руки, дистальные эмболии, аневризмы подключичной артерии).

Современный алгоритм диагностики включает физикальное обследование (тест Эдсона, проба Райта, тест гиперабдукции) и инструментальные методы диагностики. К ним относятся рентгенография для выявления костных аномалий, ультразвуковое исследование с доплером для оценки кровотока, магнитно-резонансная томография для оценки мягкотканых структур и компьютерная томографическая ангиография (КТ-ангиография), которая является «золотым стандартом» для диагностики сосудистых форм СГВ. В представленном наблюдении у пациента с длительным анамнезом болей в плечевом поясе при помощи динамической КТ-ангиографии выявлен редкий случай билатерального СГВ, обусловленного гиперостозом ключиц и динамической компрессией подключичных вен с признаками хронического тромбоза.

СГВ требует комплексного диагностического подхода с обязательным использованием современных методов визуализации. Динамическая КТ-ангиография является методом выбора для подтверждения диагноза. Ранняя диагностика позволяет предотвратить серьезные осложнения (тромбоз, ишемия). Персонализированный подход с использованием 3D-технологий улучшает результаты лечения. Таким образом, комплексный диагностический подход способствует предотвращению прогрессирования заболевания и помогает в планировании оперативного лечения.

Ключевые слова:

синдром грудного выхода, нейроваскулярная компрессия, КТ-ангиография, динамическая визуализация, 3D-моделирование, клиническое наблюдение

Для цитирования: Титова Л. А., Грицай А. А., Толстых Е. М., Маркс С. И., Ищенко Н. В., Анисимов М. В., Гончарова А. Ю., Баранов И. А., Хаецкая Л. А. Компьютерная томография в диагностике синдрома грудного выхода. Research and Practical Medicine Journal (Исследования и практика в медицине). 2025; 12(2): 106–113. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-2-9> EDN: IXOGAG

Для корреспонденции: Грицай Андрей Александрович – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация

Адрес: 394036, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10

E-mail: x-ray73@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN-код: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Соблюдение этических стандартов: в работе соблюдались этические принципы, предьявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ред. 2013). От пациента было получено письменное добровольное информированное согласие на проведение исследования и публикацию описания клинического наблюдения.

Финансирование: финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья поступила в редакцию 26.02.2025; одобрена после рецензирования 28.05.2025; принята к публикации 06.06.2025.

© Титова Л. А., Грицай А. А., Толстых Е. М., Маркс С. И., Ищенко Н. В., Анисимов М. В., Гончарова А. Ю., Баранов И. А., Хаецкая Л. А., 2025

Computed tomography in terms of thoracic outlet syndrome diagnosis

L. A. Titova, A. A. Gridsay[✉], E. M. Tolstykh, S. I. Marks, N. V. Ischenko, M. V. Anisimov, A. Yu. Goncharova, I. A. Baranov, L. A. Haetskaya

Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

✉ x-ray73@mail.ru

Abstract

Thoracic outlet syndrome (TOS) comprises a group of clinical syndromes caused by congenital or acquired compression of the brachial plexus or subclavian vessels during their passage through the superior thoracic aperture.

Clinical manifestations vary by TOS type: neurogenic form (arm pain/paresthesia, hand muscle weakness, thenar atrophy), venous form (limb edema/cyanosis, visible collaterals, subclavian vein thrombosis), arterial form (arm ischemia, distal emboli, subclavian artery aneurysms).

The modern diagnostic algorithm includes physical examination (Edson test, Wright test, hyperabduction test) and instrumental diagnostic methods. These include radiography to detect bone abnormalities, ultrasound with Doppler to assess blood flow, MRI to assess soft tissue structures, and CT angiography, which is the "gold standard" for diagnosing vascular forms of TOS.

In the presented case, dynamic CT angiography revealed a rare instance of bilateral TOS in a patient with a long-standing history of shoulder girdle pain, caused by clavicular hyperostosis, dynamic subclavian vein compression, chronic thrombosis signs.

TOS requires comprehensive diagnostics with advanced imaging. Dynamic CT angiography is the preferred confirmatory method. Early diagnosis prevents severe complications (thrombosis, ischemia). Personalized 3D modeling enhances treatment outcomes and surgical planning. Thus, an integrated diagnostic approach helps to prevent the progression of the disease and helps in planning surgical treatment.

Keywords:

thoracic outlet syndrome, neurovascular compression, CT angiography, dynamic imaging, 3D modeling, clinical case reports

For citation: Titova L. A., Gridsay A. A., Tolstykh E. M., Marks S. I., Ischenko N. V., Anisimov M. V., Goncharova A. Yu., Baranov I. A., Haetskaya L. A. Computed tomography in terms of thoracic outlet syndrome diagnosis. Research and Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2025; 12(2): 106–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-2-9> EDN: IXOGAG

For correspondence: Andrey A. Gridsay – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

Address: 10 Studencheskaya str., Voronezh, 394036, Russian Federation

E-mail: x-ray73@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN-код: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Compliance with ethical standards: the study followed the ethical principles set forth by the World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ed. 2013. A written voluntary informed consent was obtained from the patient to publish the description of the clinical observation.

Funding: this work was not funded.

Conflict of interest: the authors declare that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

The article was submitted 26.02.2025; approved after reviewing 28.05.2025; accepted for publication 06.06.2025.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Синдром грудного выхода (СГВ) – это группа симптомов, вызванных сдавлением нервно-сосудистых структур верхнего грудного выхода. Существует три распространенных места компрессии структур подключичной вены, подключичной артерии и плечевого сплетения: межлестничный треугольник, реберно-ключичное пространство и заднегрудное малое пространство [1].

Как нейрогенный, так и сосудистый компоненты могут способствовать появлению симптомов СГВ: сдавление подключичной вены и артерии вызывает отек, цианоз и снижение притока крови к рукам. Боль, дизестезия, онемение и слабость обычно обусловлены нейрогенным поражением [2, 3].

Этиологическими факторами развития СГВ являются аномальное прикрепление первого ребра, врожденное шейное ребро, аномалия ребра или ключицы (врожденная аномалия, несросшиеся переломы, мозоль, болезнь Педжета, опухоль кости), удлинённый поперечный отросток С7, гипертрофия мышц, надключичная опухоль или лимфаденопатия.

В клинической практике формы можно классифицировать на венозные, артериальные и нейрогенные. Также применяется классификация Wilbourn A. J. (2001 г.): артериальные, венозные, травматические нейроваскулярные или просто травматические, нейрогенные неспецифические или смешанные формы [4].

По данным Altuwaijri T. A., нейрогенная форма СГВ составляет от 80 до 90 % всех диагностированных случаев [5]. Случаи сосудистого СГВ встречаются реже и составляет от 3 до 4 %, артериальная форма составляет около 1–2 % от всех диагностированных случаев [6].

Клиническая оценка играет ключевую роль в диагностике СГВ, сочетая надлежащий анамнез и физикальное обследование с провокационными тестами. Тем не менее, диагноз СГВ часто является диагнозом исключения, и его подтверждение может быть сложным из-за отсутствия специфичности. Визуализирующие исследования могут подтвердить компрессию нервных сосудов и выявить локализацию и степень компрессии. В настоящее время не существует общепринятой кодификации терапевтических методов диагностики, и хирургический подход к лечению данной патологии является стандартным вариантом, что подчеркивает важность надежной и точной диагностики с использованием методов визуализации [3].

Раннее выявление признаков и симптомов СГВ является важным этапом в предотвращении прогрессирования заболевания и своевременном планировании эффективного лечения [7].

Приводим описание клинического наблюдения пациента с целью оценки состояния грудного выхода, включающего симптомы, вызванные сдавлением нервно-сосудистых структур верхнего грудного выхода.

Клиническое наблюдение

Пациент С., 20 лет, предъявляет жалобы на болевой синдром в области левого плечевого пояса и верхней конечности с выраженным усилением болезненности при поднятии руки выше горизонтального уровня.

Результаты физикального обследования пациента: при осмотре отмечается асимметрия плечевого пояса за счет опущения левого плеча. Наблюдается умеренный отек и цианоз левой верхней конечности. Выявлено снижение кожной чувствительности по локтевой поверхности левого предплечья и кисти. При пальпации в над- и подключичной областях слева определяется локальная болезненность, повышенный тонус лестничных мышц. Справа аналогичные изменения не выявлены.

Были проведены провокационные тесты (слева). Тест Райта: при поднятии и отведении руки кзади отмечается исчезновение пульса на лучевой артерии. Тест на венозный застой: после 1–2 мин. удержания руки в поднятом положении визуализируется набухание подкожных вен и акроцианоз кисти.

С учетом данных физикального обследования и положительных провокационных проб, свидетельствующих о компрессии нейрососудистых структур, для верификации диагноза были проведены следующие инструментальные исследования.

При проведении ультразвукового исследования (УЗИ) была выявлена эхографическая картина компрессии левой подключичной вены в реберно-ключичном промежутке при выполнении динамических проб, что является косвенным признаком венозного варианта СГВ. Также выявлялся турбулентный поток в месте компрессии. Постстенотическая дилатация с наличием тромба в просвете.

Рекомендована компьютерная томографическая ангиография (КТ-ангиография) с провокационными пробами для уточнения степени и протяженности компрессии.

При КТ-ангиографии в состоянии покоя и с отведением рук выявлены анатомические изменения: экзостозы, которые визуализируются с обеих сторон (преимущественно слева), на нижних поверхностях ключиц. Приводят к уменьшению расстояния между ключицами и первыми ребрами (рис. 1 А, Б).

Правая сторона: подключичная вена контрастирована однородно. Реберно-ключичное расстояние: в покое – 4,5 мм, при поднятии руки – 2 мм. Положение сосудов: в покое подключичные артерия и вена расположены

позади сужения; при поднятии руки вена смещается вперед и компримируется между ключицей и первым ребром. Размеры вены при компрессии: ширина – 14 мм, толщина – на уровне бугорка гиперостоза 2 мм, кпереди от бугорка – 4 мм, кзади от бугорка – 6 мм.

Левая сторона (более выраженные изменения): реберно-ключичное расстояние: в покое – 2 мм (уже,

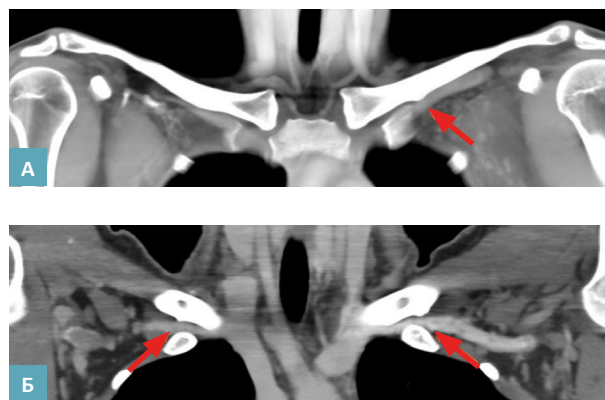


Рис. 1. КТ-ангиография. Мультипланарная реконструкция во фронтальной плоскости. Оценка компрессии подключичной артерии на уровне ключицы: А) в состоянии покоя; Б) при отведении левой руки. С обеих сторон (более выражено слева) визуализируются экзостозы нижних поверхностей ключиц, приводящие к уменьшению пространства между ключицами и первыми ребрами.

Fig. 1. CT angiography with multiplanar reconstruction in the frontal plane. Assessment of subclavian artery compression at the level of the clavicle: A) at rest; B) with the left arm abducted. Bilateral exostoses (more prominent on the left) are seen on the inferior surfaces of the clavicles, resulting in reduced space between the clavicles and first ribs.

чем справа), при поднятии руки – 2 мм. Положение вены: в покое артерия и вена расположены позади сужения (рис. 2 А, Б); при поднятии руки вена смещается вперед, компримируется, контрастирование снижено. Состояние вены: дистальнее уровня компрессии – контрастирование сохранено, проксимальнее – неравномерное сужение, деформация, частичный тромбоз (рис. 3).

Коллатерали: расширение подкожных вен передней грудной стенки слева (рис. 4).

Заключение: КТ-признаки: СГВ. Гиперостоз нижних поверхностей ключиц. Реберно-ключичная компрессия подключичных вен с обеих сторон (более выражена слева). Хронический тромбоз, рубцовая деформация подключичной и подмышечной вен слева. Венозные коллатерали слева.

ОБСУЖДЕНИЕ

СГВ остается сложной диагностической и терапевтической задачей в клинической практике. Диагностика СГВ часто затруднена из-за вариативности клинической картины и отсутствия патогномоничных симптомов. По данным исследований, до 50 % пациентов изначально получают ошибочный диагноз [7].

Рентгенография грудной клетки и шейного отдела позвоночника является первым этапом диагностики, позволяя выявить костные аномалии – шейные ребра, деформации ключиц и позвонков (например, гипертрофированный поперечный отросток С7), а также межпозвоночные дископатии, вызывающие

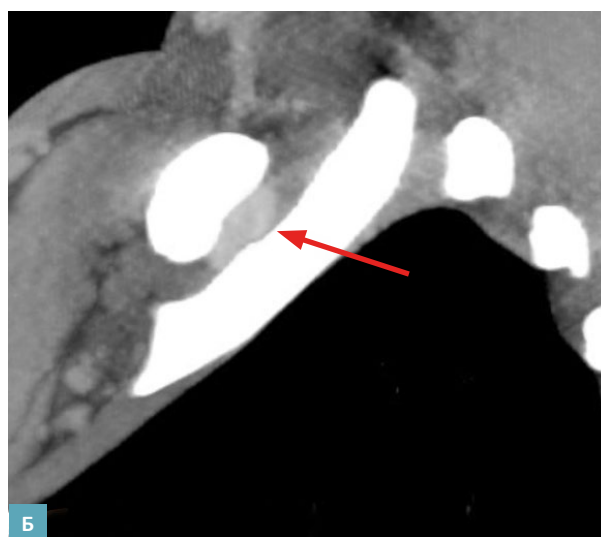


Рис. 2. КТ-ангиография. Мультипланарная реконструкция во фронтальной (А) и сагитальной (Б) плоскостях на уровне ключицы и первого ребра при отведении симптоматической руки. Подключичная вена смещается кпереди и компримируется между ключицей и первым ребром.

Fig. 2. CT angiography with multiplanar reconstruction in the frontal (A) and sagittal (B) planes at the level of the clavicle and first rib upon abduction of the arm with the symptom. The subclavian vein is displaced anteriorly and compressed between the clavicle and first rib.

шейно-плечевую невралгию. Кроме того, обычная рентгенограмма грудной клетки может исключить наличие крупных опухолей в грудной полости [8]. Однако рентгенография имеет существенные ограничения в диагностике СГВ. Так, по данным Kushwaha A. и соавт., рентген выявляет только 12–15 % клинически значимых аномалий при СГВ [7]. Исследование не позволяет визуализировать мягкотканые структуры, а также оценить состояние сосудов (подключичных артерии и вены), нервных стволов (плечевого сплетения), мышц и связок [8].

УЗИ обладает чувствительностью всего 60–70 %, которая зависит от квалификации специалиста [9]. Основные недостатки метода связаны со сложностью визуализации структур в реберно-ключичном промежутке, риском ложноположительных и ложно-



Рис. 3. КТ-ангиография. Мультипланарная реконструкция во фронтальной плоскости на уровне левой подключичной вены при отведении симптоматической руки. Выявляется деформация и неравномерное сужение подключичной вены, а также наличие тромба в просвете плечевой вены.

Fig. 3. CT angiography with multiplanar reconstruction in the frontal plane at the level of the left subclavian vein upon abduction of the symptomatic arm. Deformation and uneven narrowing of the subclavian vein are revealed, along with the presence of a thrombus within the lumen of the brachial vein.

отрицательных заключений, невозможностью адекватно оценить аномалии первого ребра (гиперостоз, деформации), костные экзостозы ключицы, пространственные соотношения в реберно-ключичном промежутке. Кроме того, возникают сложности при проведении провокационных проб: ультразвуковое окно перекрывается ключицей при отведении руки [10].

При проведении компьютерной томографии (КТ) обязательно должно быть указано подозрение на СГВ, поскольку протокол исследования должен быть адаптирован к этим показаниям. Визуализация грудного выхода часто требует специальных протоколов и позиционирования, которые не присущи стандартным протоколам КТ или магнитно-резонансной томографии (МРТ) шейного отдела позвоночника или грудной клетки. КТ обычно проводится в «нейтральном» и «напряженном» положениях. Изображения получаются от локтя к дуге аорты с приведенными руками (нейтральными) с последующей абдукцией (напряженной) и повторной визуализацией. Когда показано контрастирование, сканирование выполняется с помощью контралатеральной антекубитальной внутривенной инъекции либо с задержкой эмпирического сканирования от 15 до 20 с, либо с болюсным отслеживанием над восходящей аортой [1]. Некоторые специалисты добавляют дополнительный шаг в виде размещения контралатеральной руки в абдукции (с симптоматическим ипсилатеральным плечом в нейтральном положении) для минимизации артефакта полосы.

Zurkiya O. и соавт. был предложен протокол КТ-исследования, включающий сбор данных до введения контрастного вещества, за которым следует артериальная фаза с болюсным введением половины контрастного вещества с приведением симптоматической руки и отводом бессимптомной или менее



Рис. 4. КТ-ангиография. Мультипланарная реконструкция во фронтальной плоскости на уровне II–III ребер (передняя грудная стенка). Визуализируется расширение подкожных вен слева, обусловленное компенсаторным коллатеральным кровотоком (стрелка).

Fig. 4. CT angiography with multiplanar reconstruction in the frontal plane at the level of the II–III ribs (anterior chest wall). Dilatation of the subcutaneous veins on the left is visualized, secondary to compensatory collateral blood flow (arrow).

симптоматической руки, и вторая артериальная фаза после введения оставшейся половины контрастного вещества с отведением симптоматической руки и приведением контралатеральной руки [10]. В исследовании Khalilzadeh O. и соавт. было продемонстрировано стандартное обследование при расположении рук пациента в нейтральном положении, без каких-либо дополнительных сканирований после провокационных маневров с целью снижения дозы облучения. В качестве метода постобработки авторы предлагают реконструировать КТ-изображения при толщине среза 1 мм и 2 мм с определенными трехмерными изображениями грудного выхода [2]. При подозрении на венозную форму СГВ может быть добавлена дополнительная инфузия контрастного вещества в предкубитальную вену непораженной или менее пораженной стороны (для минимизации артефакта полосы из-за контрастного вещества в инъекционной вене) для максимального увеличения потока разбавленного контрастного вещества в венозную систему пораженной руки. Это может помочь улучшить идентификацию любой внешней компрессии, венозного тромба или любой другой аномалии, потенциально приводящей к клинически симптоматическому венозному СГВ [2]. Johnson B. L. и соавт. продемонстрировали преимущества КТ-ангиографии, выполняемой в состоянии покоя и компрессионными пробами для исследования сосудистых структур грудного отдела. Эта методика позволяет отлично визуализировать любой стеноз сосудов, обусловленный как мягкими тканями, так и костными аномалиями. Кроме того, КТ позволяет легко обнаруживать любые предрасполагающие анатомические факторы и проводить эффективную дифференциальную диагностику с другими патологическими состояниями, такими как апикальные опухоли легких. В соответствии с критериями Американского колледжа радиологии (American College of Radiology – ACR), важны все следующие элементы: время получения изображения в соответствии с введением контрастного вещества и реконструкция/переформатирование трехмерных

визуализаций для артериальной, а не для венозной оценки [1].

Динамическая КТ-ангиография является «золотым стандартом» для диагностики сосудистых форм СГВ (чувствительность метода составляет 95 %, специфичность – 98 %) [6]. Метод позволяет визуализировать компрессию в различных положениях руки. Выявляет преходящие стенозы, которые не видны в состоянии покоя.

В представленном клиническом наблюдении применение комплексного подхода, включающего физикальное обследование, УЗИ и КТ-ангиографию с провокационными пробами (отведение и приведение рук), позволило диагностировать динамическую компрессию подключичных вен и выявить анатомические предпосылки (гиперостоз ключицы). Это подчеркивает важность индивидуальной оценки степени компрессии и ее клинической значимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СГВ является одной из ключевых причин хронической ишемии верхних конечностей и неврологических нарушений. Заболевание сложно диагностировать из-за полиморфной клинической картины, характерной для других патологий (стенокардия, остеохондроз, межреберная невралгия, плечелопаточный периаартрит и др.).

Комплексный диагностический подход, включающий физикальное обследование, УЗИ и КТ-ангиографию с провокационными пробами (отведение/приведение рук) позволяет точно определить локализацию компрессии подключичных вен, артерий и плечевого сплетения, оценить взаимодействие сосудов с окружающими тканями (мышцы, костные структуры, связки) и установить клинически значимые анатомические аномалии (гиперостоз ключицы, шейные ребра). Полученные данные не только способствуют верификации диагноза, но и являются основой для планирования хирургического лечения, направленного на декомпрессию пораженных структур.

Список источников / References

1. Li N, Dierks G, Vervaeke HE, Jumonville A, Kaye AD, Myrcik D, et al. Thoracic Outlet Syndrome: A Narrative Review. *J Clin Med*. 2021 Mar 1;10(5):962. <https://doi.org/10.3390/jcm10050962>
2. Khalilzadeh O, Glover M, Torriani M, Gupta R. Imaging Assessment of Thoracic Outlet Syndrome. *Thorac Surg Clin*. 2021 Feb;31(1):19-25. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2020.09.002>
3. Panther EJ, Reintgen CD, Cueto RJ, Hao KA, Chim H, King JJ. Thoracic outlet syndrome: a review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2022 Nov;31(11):e545-e561. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.06.026>
4. Wilbourn AJ. 10 most commonly asked questions about thoracic outlet syndrome. *Neurologist*. 2001 Sep;7(5):309-12. <https://doi.org/10.1097/00127893-200109000-00008>

5. Altuwaijri TA. Comparison of duplex ultrasound and hemodynamic assessment with computed tomography angiography in patients with arterial thoracic outlet syndrome. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Sep 9;101(36):e30360. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000030360>
6. Rizzo S, Talei Franzesi C, Cara A, Cassina EM, Libretti L, Pironcini E, et al. Diagnostic and Therapeutic Approach to Thoracic Outlet Syndrome. *Tomography*. 2024 Sep 1;10(9):1365-1378. <https://doi.org/10.3390/tomography10090103>
7. Kushwaha A, Nayak U, Buggaveeti R, Budharapu A, Vaidyanathan A, Munnangi A. Trans-Cervical Approach To The Thoracic Outlet Syndrome. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2024 Aug;76(4):3532-3536. <https://doi.org/10.1007/s12070-024-04597-9>
8. Cavanna AC, Giovanis A, Daley A, Feminella R, Chipman R, Onyeukwu V. Thoracic outlet syndrome: a review for the primary care provider. *J Osteopath Med*. 2022 Aug 29;122(11):587-599. <https://doi.org/10.1515/jom-2021-0276>
9. Expert Panels on Vascular Imaging, Thoracic Imaging, and Neurological Imaging; Zurkiya O, Ganguli S, Kalva SP, Chung JH, Shah LM, Majdalany BS, et al. ACR Appropriateness Criteria® Thoracic Outlet Syndrome. *J Am Coll Radiol*. 2020 May;17(5S):S323–S334. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.01.029>
10. Stegemann E, Larbig J, Stegemann B, Portig I, Prescher H, Bürger T. Validity of Ultrasound for the Diagnosis of Arterial Thoracic Outlet Syndrome. *EJVES Vasc Forum*. 2024 Feb 14;61:92-98. <https://doi.org/10.1016/j.ejvsf.2024.02.003>

Информация об авторах:

Титова Лилия Александровна – д.м.н., заведующая кафедрой инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8421-3411>, eLibrary SPIN: 9157-4149, AuthorID: 606593, Scopus Author ID: 57200567055

Грицай Андрей Александрович [✉] – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Толстых Елена Михайловна – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4123-1177>, eLibrary SPIN: 5901-7333, AuthorID: 794960, Scopus Author ID: 57201184239

Маркс Светлана Ивановна – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4156-127X>, eLibrary SPIN: 2762-5466, AuthorID: 736516

Ищенко Наталья Владимировна – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1806-0306>, eLibrary SPIN: 7735-9012, AuthorID: 606595

Анисимов Михаил Викторович – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
eLibrary AuthorID: 260467

Гончарова Анна Юрьевна – ассистент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0719-8078>, eLibrary SPIN: 7754-2647, AuthorID: 1094817

Баранов Илья Альбертович – ассистент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6258-7906>, eLibrary SPIN: 7640-5197, AuthorID: 1094842

Хаецкая Лидия Александровна – клинический ординатор кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация

Information about authors:

Liliya A. Titova – Dr. Sci. (Medicine), Head of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8421-3411>, eLibrary SPIN: 9157-4149, AuthorID: 606593, Scopus Author ID: 57200567055

Andrey A. Gridsay [✉] – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Elena M. Tolstykh – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4123-1177>, eLibrary SPIN: 5901-7333, AuthorID: 794960, Scopus Author ID: 57201184239

Svetlana I. Marks – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4156-127X>, eLibrary SPIN: 2762-5466, AuthorID: 736516

Natalia V. Ischenko – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1806-0306>, eLibrary SPIN: 7735-9012, AuthorID: 606595

Mikhail V. Anisimov – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
eLibrary AuthorID: 260467

Anna Yu. Goncharova – Assistant of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0719-8078>, eLibrary SPIN: 7754-2647, AuthorID: 1094817

Ilya A. Baranov – Assistant of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6258-7906>, eLibrary SPIN: 7640-5197, AuthorID: 1094842

Lidiya A. Haetskaya – Clinical resident of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

Участие авторов:

Титова Л. А. – концепция исследования, интерпретация данных визуализации, написание и редактирование рукописи;
Грицай А. А. – разработка методологии исследования, анализ литературных данных, клиническая интерпретация результатов;
Толстых Е. М. – сбор и систематизация клинических данных, подготовка иллюстративного материала;
Маркс С. И. – выполнение и анализ инструментальных исследований (КТ, МРТ), обработка изображений;
Ищенко Н. В. – анализ лабораторных показателей, ведение медицинской документации;
Анисимов М. В. – проведение 3D-реконструкций, техническая обработка визуализационных данных;
Гончарова А. Ю. – сбор и систематизация клинических данных, подготовка иллюстративного материала;
Баранов И. А. – клиническое наблюдение пациента, интерпретация симптомов.
Хаецкая Л. А. – анализ лабораторных показателей, ведение медицинской документации.
Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи и утвердили окончательный вариант, одобренный к публикации.

Contribution of the authors:

Titova L. A. – research concept, interpretation of imaging data, writing and editing of the manuscript;
Gridsay A. A. – development of research methodology, analysis of literature data, clinical interpretation of results;
Tolstykh E. M. – collection and systematization of clinical data, preparation of illustrative material;
Marks S. I. – conduction and analysis of the instrumental examinations (CT, MRI), image processing;
Ischenko N. V. – analysis of laboratory parameters, maintenance of medical records;
Anisimov M. V. – carrying out 3D reconstructions, technical processing of visualization data;
Goncharova A. Yu. – collection and systematization of clinical data, preparation of illustrative materials;
Baranov I. A. – clinical observation of the patient, interpretation of symptoms;
Haetskaya L. A. – analysis of laboratory parameters, maintenance of medical records.
All authors made equivalent contributions to the preparation of the article and approved the final version for publication.