

АРТЕРИАЛЬНОЕ КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ШЕИ: АНАТОМИЯ, ТОПОГРАФИЯ, КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ В ЭНДОКРИННОЙ ХИРУРГИИ



© А.А. Куприн^{1,2*}, В.Ю. Малюга¹, Е.А. Степанова¹

¹Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, Москва, Россия

²ГБУЗ Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева, Москва, Россия

ОБОСНОВАНИЕ. Современные тенденции «fast track surgery» стимулируют создание новых безопасных подходов к технике операции на щитовидной и околощитовидных железах, направленных на минимизацию уровня послеоперационных осложнений, таких как парез гортани, гипопаратиреоз, кровотечение. В этой связи принципиально важным для хирурга-эндокринолога является обеспечение «сухого операционного поля», что способствует четкой визуализации таких «тонких» структур, как возвратный гортанный нерв, наружная ветвь верхнего гортанного нерва и околощитовидные железы. Поэтому ключевым моментом операций является понимание топографо-анатомических особенностей кровоснабжения внутренних органов шеи (комплекс органов шеи, состоящий из щитовидной и околощитовидных желез, гортани, трахеи, пищевода).

ЦЕЛЬ. Определить основные источники артериального кровоснабжения внутренних органов шеи и их топографо-анатомические особенности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В работе проанализированы протоколы компьютерных томографий ветвей брахиоцефальных артерий. Толщина реконструированных срезов в аксиальной, фронтальной и сагиттальной плоскостях составляла $0,35 \pm 0,05$ мм. Факт кровоснабжения органа подтверждался анатомической близостью с ним артериальной структуры и наличием интрамуральных ветвлений.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У 42 пациентов прослежен ход всех шейных ветвей подключичной и общей сонной артерии. Отмечено, что только нижняя, верхняя и непарная щитовидные артерии кровоснабжают внутренние органы шеи. При этом верхняя щитовидная артерия визуализирована на всех ангиограммах. Нижняя щитовидная артерия отсутствовала в 2,4% случаев. Непарная щитовидная артерия определялась редко (у 4,8% пациентов).

В 73,2% случаев нижняя щитовидная артерия начиналась высоко, на уровне верхней трети доли щитовидной железы, и имела нисходящий ход. В 23,2% наблюдений артерия формировалась на уровне средней трети доли щитовидной железы и направлялась горизонтально. Только в 3,6% случаев у сосуда определялся восходящий ход.

Нижняя щитовидная артерия располагалась по задней поверхности доли щитовидной железы, где и образовывала свои железистые ветви. Напротив, ветви верхней щитовидной артерии находились преимущественно по переднебоковой поверхности щитовидной железы.

Средний диаметр просвета нижней щитовидной артерии составлял $2,1 \pm 0,5$ мм, а верхней щитовидной артерии — $1,6 \pm 0,7$ мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Согласно проведенному исследованию, артериальное кровоснабжение внутренних органов шеи обеспечивают преимущественно нижняя и верхняя щитовидные артерии. При этом основной ствол нижней щитовидной артерии крупнее верхней щитовидной артерии ($p=0,032$).

Нижняя щитовидная артерия формирует ветви по задней поверхности доли щитовидной железы и с топографической точки зрения является основным источником кровоснабжения околощитовидных желез.

В большинстве случаев нижняя щитовидная артерия имеет нисходящий ход, направляется по задней поверхности щитовидной железы и формирует с возвратным гортанным нервом Х-образный перекрест.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: верхняя щитовидная артерия; нижняя щитовидная артерия; возвратный гортанный нерв; околощитовидные железы; тиреоидэктомия; гипокальциемия; парез гортани.

ARTERIAL BLOOD SUPPLY OF THE INTERNAL NECK ORGANS: ANATOMY, TOPOGRAPHY, CLINICAL SIGNIFICANCE IN ENDOCRINE SURGERY

© Aleksandr A. Kuprin^{1,2*}, Viktor Y. Malyuga¹, Elena A. Stepanova¹

¹Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI), Moscow, Russia

²A.K. Eramishanzen city clinical hospital, Moscow, Russia

BACKGROUND. Current trends of «fast track surgery» give rise to development of new safe techniques of the thyroid and parathyroid surgery, the purpose of which is to minimize the level of postoperative complications, such as vocal cord palsy, hypoparathyroidism, bleeding. In this regard, it is important for the endocrine surgeon to save «dry operating field», which contributes to the clear visualization of such «thin» structures as the recurrent laryngeal nerve, the external branch of the superior laryngeal nerve and the parathyroid glands. Therefore, the key issue of this surgery is to understand the anatomical and topographic features of the blood supply to the internal neck organs (a complex of neck organs consisting of the thyroid and parathyroid glands, larynx, trachea, esophagus).

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.

© Endocrinology Research Centre, 2021

Эндокринная хирургия. 2021;15(3):4-22

Received: 29.12.2021. Accepted: 25.01.2022.

doi: <https://doi.org/10.14341/serg12720>



Endocrine surgery. 2021;15(3):4-22

AIM. To determine the main sources of arterial blood supply of the internal neck organs and their anatomical, topographic features.

MATERIALS AND METHODS. The computed tomography protocols of cervical branches of brachiocephalic arteries were analysed in the study. The thickness of the reconstructed sections in the axial, frontal and sagittal planes was 0.35 ± 0.05 mm. The fact of blood supply was confirmed by the anatomical close of the arterial structure to the internal organ and the presence of intramural arterial branches.

RESULTS. The course of all cervical branches of the subclavian and common carotid artery was traced among 42 patients. It is noted, that only the inferior, superior thyroid arteries and thyroid ima artery supply internal neck organs with the blood. At the same time, the superior thyroid artery was visualized in all angiograms. However, the inferior thyroid artery was absent in 2.4% of cases. The thyroid ima artery was rarely detected (in 4.8% of patients).

In 73.2% of cases, the inferior thyroid artery was detected high at the upper third level of the thyroid lobe and then had a descending course. In 23.2% of cases, the artery was formed at the middle third level of the thyroid lobe and was directed horizontally to the gland. Only in 3.6% of cases, the ascending course was determined in the vessel.

The inferior thyroid artery was located on the posterior surface of the thyroid lobe, where it formed glandular branches. On the contrary, the branches of the superior thyroid artery were located mainly along the anterolateral surface of the thyroid gland. The average thickness of the inferior thyroid artery was 2.1 ± 0.5 mm, and the superior thyroid artery was 1.6 ± 0.7 mm.

CONCLUSION. According to the study, arterial blood supply to the internal neck organs is provided mainly by the inferior and superior thyroid arteries. At the same time, the trunk of the inferior thyroid artery is larger than the superior thyroid artery ($p=0.032$).

The inferior thyroid artery forms branches along the posterior surface of the thyroid lobe and from a topographic point of view it is the main source of blood supply to the parathyroid glands.

In most cases, the inferior thyroid artery has a descending course, is directed along the posterior surface of the thyroid gland and forms an X-shaped intersection with the recurrent laryngeal nerve.

KEYWORDS: superior thyroid artery; inferior thyroid artery; recurrent laryngeal nerve; parathyroid gland; thyroidectomy; hypocalcemia; vocal cord palsy.

ОБОСНОВАНИЕ

История развития хирургии щитовидной железы (ЩЖ) и околощитовидных желез (ОЩЖ) неразрывно связана с появлением новых знаний в анатомии и топографии органов. Первые попытки хирургического лечения патологии ЩЖ предпринимались уже в XVII в. Но несовершенство хирургической техники делало результаты операций длительное время весьма драматичными. В первую очередь это было связано с тем, что ЩЖ является одним из самых кровоснабжаемых органов, и основной трудностью, с которой сталкивались хирурги того времени, являлось кровотечение (вплоть до конца XIX в. послеоперационная летальность составляла 40%). Поэтому в 1850 г. Французская медицинская академия запретила все операции на ЩЖ, а американский хирург D. Gross в 1866 г. называл желание хирурга оперировать на ЩЖ «безумно отважным», а саму операцию — «кровавой бойней» [1].

В 1881 г. А.Т. Бильрот описал специальные кровоостанавливающие зажимы и одним из первых в Европе сообщил о 48 успешных операциях на ЩЖ. Уже в 1898 г. Э.Т. Кохер доложил о 900 операциях, выполненных на ЩЖ, и описал подробную методику перевязки основных сосудов, питающих орган, чем смог добиться снижения смертности до 1%. Впоследствии по достоинству был оценен вклад Э.Т. Кохера в исследование ЩЖ, за что он получил в 1909 г. Нобелевскую премию [2]. Однако до сих пор, несмотря на значительный технологический прогресс, операции при токсическом зобе считаются самыми сложными в хирургии ЩЖ и отличаются наибольшим числом осложнений, а выполнять такие вмешательства необходимо специализированному хирургу с категорией «high-volume thyroid surgeon» [3].

Следующая проблема, с которой столкнулись хирурги уже в XX в., — высокий уровень парезов и параличей гортани после оперативных вмешательств на ЩЖ. Так, при обследо-

вании 44 пациентов, оперированных Э.Т. Кохером, был выявлен односторонний паралич гортани в 29,5% случаев. Выполненные А.Т. Бильротом 72 операции на ЩЖ в 32% случаев также сопровождались повреждением нерва [4]. Полученные данные стимулировали активное изучение анатомии возвратного гортанного нерва, а его обязательная интраоперационная визуализация впоследствии стала аксиомой для эндокринного хирурга XXI в. Однако по сей день парезы гортани не являются казуистикой (диагностируются у 2,3–26% пациентов) [5]. Главной «проблемной точкой», по мнению уже современников, является *перекрест нерва с нижней щитовидной артерией (НЩА)*. Нервно-артериальный перекрест отличается разнообразием синтопических форм, обусловленных экстраларингеальными вариантами нерва и неодинаковым ходом НЩА (описано до 28 вариантов нервно-артериальных перекрестов) [6, 7].

Новым витком знаний в этой области медицины стало открытие в 1877 г. И.В. Сандерстремом ОЩЖ. Несмотря на это, большое внимание «новому органу» в то время не уделялось. Лишь в начале XX в. наступила эра изучения и понимания клинической значимости ОЩЖ, а первое целенаправленное удаление аденомы ОЩЖ состоялось только в 1925 г. [8]. В настоящее время сохраняются нерешенными вопросы профилактики нарушений кровоснабжения ОЩЖ при тиреоидэктомии, и в особенности центральной шейной лимфодиссекции. Нарушение питания ОЩЖ в таких случаях неизбежно приводит к развитию послеоперационного гипопаратиреоза, транзиторные формы которого могут достигать 51,9%, а постоянные — 16,2% [9].

Применение термина «внутренние органы шеи» обусловлено анатомической ограниченностью комплекса органов (ЩЖ, ОЩЖ, гортани, шейных отделов пищевода и трахеи) внутренностной фасцией, выделенной советским анатомом В.Н. Шевкуненко в IV фасциальный листок шеи. Париеальная часть фасции начинается от подъязычной

кости, направляется книзу и охватывает все внутренние органы шеи в единый футляр, что *определяет их анатомическую близость и единство кровоснабжения* [10–12].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Определить основные источники артериального кровоснабжения внутренних органов шеи.
2. Определить топографию основных источников артериального кровоснабжения внутренних органов шеи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Место и время проведения исследования

Выполнен ретроспективный анализ КТ брахиоцефальных сосудов пациентов, находившихся на амбулаторном и стационарном лечении в сосудистом, нейрохирургическом, неврологическом и хирургических отделениях ГБУЗ «ГКБ им. А.К. Ерамишанцева» ДЗМ с января по март 2020 г.

Исследуемые популяции

Исследование состояло из одной выборки пациентов, которым выполнена КТ-ангиография брахиоцефальных артерий.

Критерии исключения:

1. исключались пациенты, оперированные в анамнезе или на этапе данной госпитализации по поводу патологии органов шеи;
2. наличие патологии органов шеи, изменяющей анатомо-топографическое расположение органов (объемные образования);
3. исключались исследования с неудовлетворительным качеством изображения (наличие артефактов, недостаточное контрастирование артериального русла).

Способ формирования выборки из изучаемой популяции

Группа в исследовании формировалась методом случайной (вероятностной) стихийной сплошной выборки.

Дизайн исследования

Проведено одноцентровое наблюдательное одномоментное ретроспективное одновыборочное исследование.

Методы

Исследования выполнены на аппарате Toshiba Aquilion PRIME TSX-302A в положении пациента лежа на спине с разогнутой шеей и задержкой дыхания на время процедуры. После подключения шприца-инжектора к венозному катетеру выполнялся первый скан для выставления ROI (англ. region of interest — зона интереса) на уровень общей сонной артерии. Далее контрастное вещество (йодсодержащий препарат) вводилось болюсно со средней скоростью 5 (от 3 до 6,7) мл/с. Сканирование автоматически инициировалось при достижении плотности контрастированной крови в общей сонной артерии 100 HU. Время задержки между внутривенным введением контрастного вещества и его появлением в артериальном русле (время транзита) во многом зависело от индивидуальных особенностей пациента (массы тела, состояния сердечно-сосудистой системы, реологических свойств крови).

Устанавливалась толщина среза 0,5 мм. Толщина реконструированных срезов в аксиальной, фронтальной

и сагиттальной плоскостях составляла $0,35 \pm 0,05$ мм. Таким образом, в ходе нашего исследования проанализированы в трех плоскостях контрастированные артериальные структуры шеи бассейна подключичной и общей сонной артерии, имеющие просвет от $0,35 \pm 0,05$ мм и более. Факт кровоснабжения органа подтверждался анатомической близостью артериальной структуры с ним (сосуд находился внутри пространства, окруженного внутренностной фасцией), а также наличием интрамуральных ветвлений.

Отмечалось состояние просвета сосуда (степень и уровень сужения), что, в свою очередь, дополнительно могло оказывать влияние на кровоснабжение органа.

Этическая экспертиза

Этическая экспертиза проведена локальным этическим комитетом ГБУЗ «ГКБ им. А.К. Ерамишанцева» ДЗМ, протоколы №10(1)-2019 от 08 октября 2019 г.

Статистический анализ

Статистический анализ проведен с использованием пакета прикладных программ SPSS Statistics 23.0 и интернет-калькулятора Social Science Statistics. В работе использованы методы описательной статистики. Количественные переменные представлены в виде абсолютных и относительных величин. Выборка характеризовалась средней арифметической величиной и стандартным отклонением ($M \pm \sigma$). Методы доказательной статистики использовались для анализа количественных (t-критерий Стьюдента) и качественных (точный критерий Фишера, Хи-квадрат) признаков. Значимыми считались различия групп при $p < 0,05$.

При сравнении данных, полученных с контралатеральных сторон (слева и справа), различий ни по одному показателю не отмечено ($p > 0,05$). Этот факт позволил суммировать значения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализированы КТ-сканы брахиоцефальных артерий 42 пациентов (84 контралатеральных стороны).

Возраст и пол

Средний возраст пациентов составил 63 ± 8 года (37–90 лет). Распределение по половому признаку: 27 мужчин и 15 женщин.

Прослежены ход и топография шейных ветвей подключичной и общей сонной артерии от начала до места их конечного ветвления.

Подключичная артерия (arteria subclavia, TA*)

В 83 (98,8%) случаях подключичная артерия имела типичное топографо-анатомическое расположение. У 1 (2,4%) пациента выявлена правая aberrantная подключичная артерия (arteria lusoria).

Отмечены атеросклеротические изменения сосуда в 17 (20,2%) наблюдениях. Стеноз определялся только на отдельных непротяженных участках подключичной артерии и составил $29,7 \pm 9,2\%$ площади просвета сосуда.

Прослежен ход ветвей первого отдела подключичной артерии (участок до наружного края I ребра): позвоночной, внутренней грудной артерии и щитошейного ствола.

* TA - Terminologia Anatomica, 1998 г.

Позвоночная артерия (arteria vertebralis, TA)

Позвоночная артерия присутствовала во всех случаях и являлась первой ветвью подключичной артерии. На шее артерия направлялась вверх позади глубоких мышц шеи (между *musculus scalenus anterior* и *musculus longus colli*, TA) и спереди от VII шейного позвонка (предпозвоночный участок). Далее через отверстия в поперечных отростках VI–II шейных позвонков артерия (позвоночный участок) поднималась в полость черепа. На указанных участках контрастированных ветвей позвоночная артерия не имела. Только в 2 (2,4%) наблюдениях НЩА аномально начиналась от предпозвоночного участка позвоночной артерии.

В 2 (2,4%) случаях позвоночная артерия контрастировалась только на отдельных участках в связи со значительным ее атеросклеротическим поражением.

Внутренняя грудная артерия (arteria thoracica interna, TA)

Внутренняя грудная артерия визуализирована на всех сканограммах. Артерия отходила от нижней полуокружности подключичной артерии и направлялась вертикально вниз. Восходящих ветвей к органам шеи сосуд не образовывал и первые свои ветви формировал внутри грудной полости. Исключение составила аномалия отхождения НЩА от внутренней грудной артерии (3 (3,6%) случая).

Щитошейный ствол (truncus thyrocervicalis, TA)

Щитошейный ствол в 70 (83,3%) наблюдениях формировался типично от верхней полуокружности подключичной артерии и несколько латеральнее от позвоночной артерии. В ряде случаев выявлена аномалия его конфигурации (табл. 1).

Средний диаметр ствола составлял $3,7 \pm 0,9$ мм.

В типичных случаях щитошейный ствол поочередно формировал следующие ветви (рис. 1):

а) надлопаточная артерия (arteria suprascapularis, TA) начиналась от щитошейного ствола несколько выше подключичной артерии ($7,8 \pm 3,1$ мм). Сосуд имел косо-латеральное направление, проходил позади ключицы

к вырезке лопатки, где по задней поверхности формировал свои первые ветви.

Толщина артерии при «выходе» из щитошейного ствола составляла $1,9 \pm 0,8$ мм. В 14 (16,7%) случаях артерия не контрастировалась;

б) поверхностная шейная артерия (arteria cervicalis superficialis) являлась второй ветвью щитошейного ствола. Начиналась практически на том же уровне, что и предыдущая артерия (на расстоянии $8,8 \pm 4,2$ мм от подключичной артерии). Сосуд направлялся поверхностно и латерально к трапецевидной мышце, в которой и формировал свои первые ветви.

Средний диаметр артерии составил $1,2 \pm 0,5$ мм. Сосуд не контрастировался в 28 (33,3%) случаях.

Надлопаточная и поверхностная шейная артерии отличались непостоянством (в ряде случаев не визуализировались или определялся малый диаметр просвета), не имели анатомической близости с внутренними органами шеи, а свои ветви формировали в поверхностных мышцах шеи и плечевого пояса;

в) восходящая шейная артерия (arteria cervicalis ascendens, TA) и НЩА являлись конечными ветвями щитошейного ствола (формировались на высоте $1,3 \pm 0,6$ см от подключичной артерии). Восходящая шейная артерия

Таблица 1. Источники и конфигурации щитошейного ствола

	n	%
Типичное расположение	70	83,3
Начинается одним стволом с внутренней грудной артерией	7	8,3
Начинается одним стволом с позвоночной артерией	2	2,4
Отсутствует (ветви щитошейного ствола начинаются от подключичной артерии по отдельности)	5	6,0
Всего	84	100

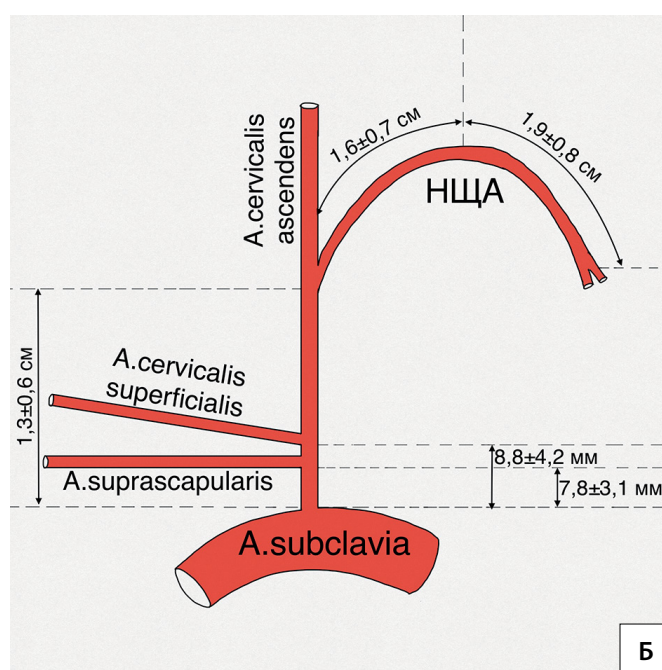
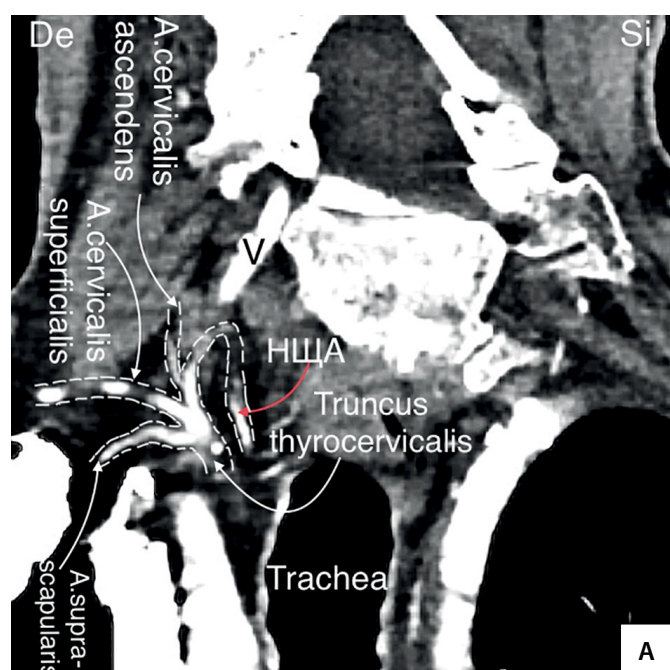


Рисунок 1. Ветви щитошейного ствола. А — КТ-ангиография ветвей правого щитошейного ствола (фронтальный срез); Б — схематический рисунок правого щитошейного ствола. V — a. vertebralis; De — dextra; Si — sinistra.

Таблица 2. Источники НЩА

	n	%
Конечная ветвь щитошейного ствола	73	86,9
Являлась первой ветвью в щитошейном стволе	3	3,6
Являлась ветвью внутренней грудной артерии	3	3,6
Являлась ветвью позвоночной артерии	2	2,4
Являлась ветвью подключичной артерии	1	1,2
НЩА отсутствовала	2	2,4
Всего	84	100

направлялась вертикально вверх по передней лестничной мышце и на уровне ее верхней трети образовывала ветви к позвоночнику и глубоким мышцам шеи.

Толщина артерии составила $1,1 \pm 0,6$ мм. Сосуд не контрастировался только в 7 (8,3%) случаях.

Таким образом, восходящая шейная артерия располагалась глубоко на уровне предпозвоночной фасции (V листок по В.Н. Шевкуненко) и не формировала ветви к внутренним органам шеи;

г) НЩА (arteria thyroidea inferior, TA) в 73 (86,9%) случаях являлась конечной ветвью щитошейного ствола (табл. 2).

Средний диаметр просвета НЩА был более постоянен и составил $2,1 \pm 0,5$ мм. В 2 (2,4%) наблюдениях НЩА отсутствовала (по одному случаю справа и слева).

НЩА имела дугообразный ход со следующими отделами (рис. 2):

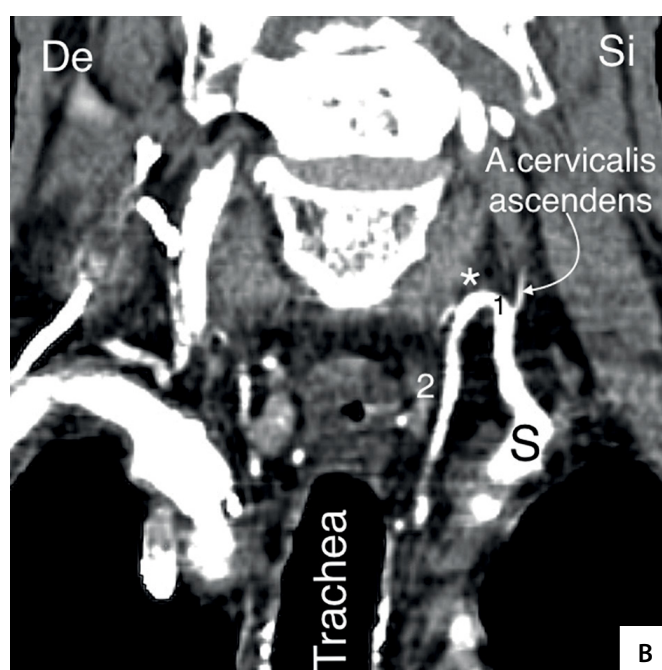
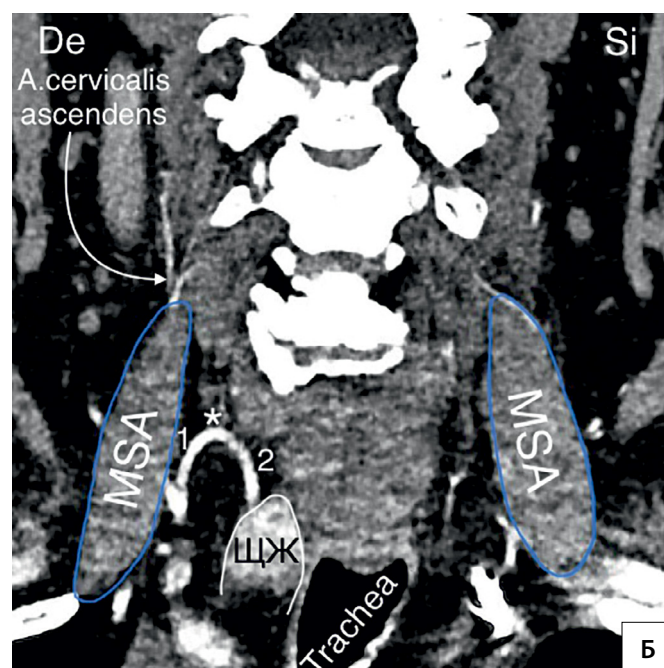
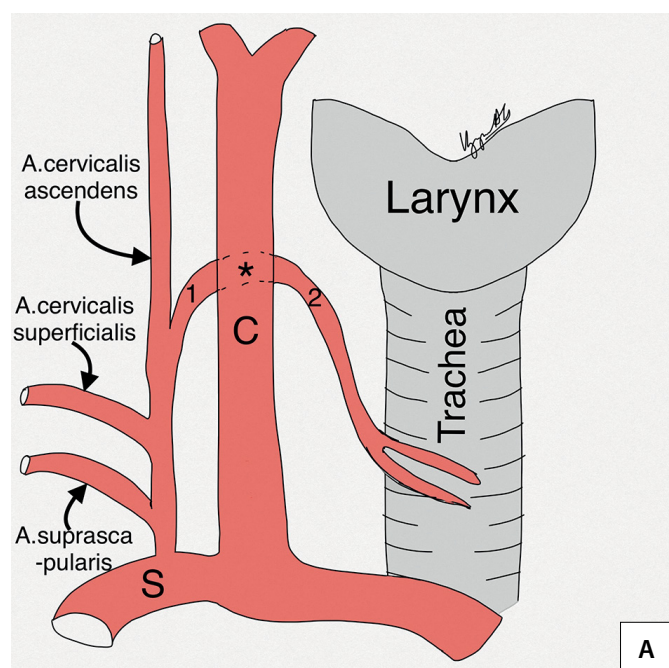


Рисунок 2. Топография НЩА. А — схематичный рисунок правого щитошейного ствола; Б — КТ-ангиография (фронтальный срез). Правая НЩА; В — КТ-ангиография (фронтальный срез). Левая НЩА. 1 — восходящая часть НЩА; * — колено НЩА; 2 — нисходящая часть НЩА; S — a. subclavia; C — a. carotis communis; MSA — musculus scalenus anterior; De — dextra; Si — sinistra.

- *восходящая часть* (длина — $1,6 \pm 0,7$ см) артерии направлялась от щитовидного ствола вверх и медиально, располагалась в борозде между передней лестничной мышцей и длинной мышцей шеи. В 5 (6,1%) случаях данный участок отсутствовал;
- *промежуточная часть (колени)* НЩА находилось позади общей сонной артерии и спереди от длинной мышцы шеи, позвоночной артерии. Отмечено, что колени располагались на разных уровнях относительно доли ЩЖ (табл. 3, рис. 3–6);
- *нисходящая часть* НЩА (длина — $1,9 \pm 0,8$ см) направлялась от колена книзу и медиально, располагалась в пространстве, ограниченном спереди задней поверхностью доли ЩЖ, с медиальной стороны — пищеводом, а позади — длинной мышцей шеи (рис. 7).

НЩА в отмеченном пространстве образовывала первые свои *ветви*, идущие к внутренним органам шеи, часть из которых имели еще более медиальное направление (находились между трахеей и задней поверхностью ЩЖ) (рис. 8).

В 35 (42,7%) случаях контрастировалась одна основная ветвь НЩА, располагавшаяся по задней поверхности доли ЩЖ и являющаяся прямым продолжением нисхо-

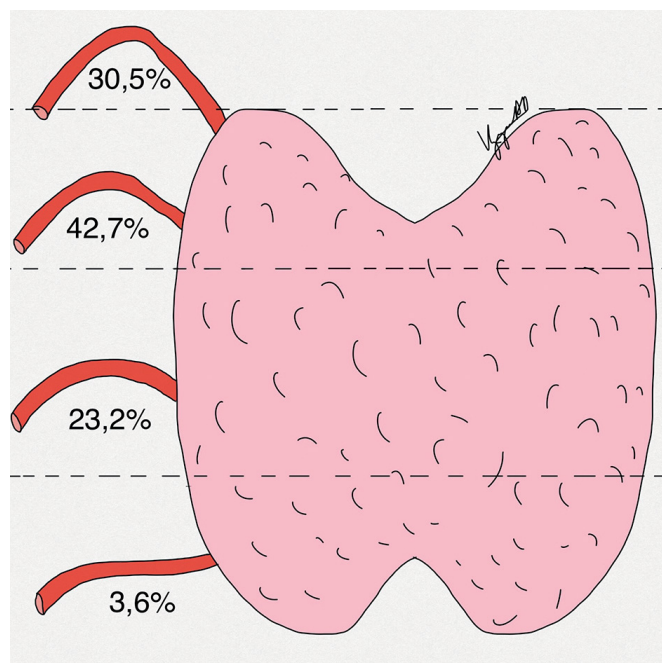


Рисунок 3. Схематичный рисунок расположения колена НЩА относительно доли ЩЖ.

Таблица 3. Расположение колена НЩА относительно ЩЖ

	n	%
На уровне верхнего полюса доли и выше	25	30,5
На уровне верхней трети доли	35	42,7
На уровне средней трети доли	19	23,2
На уровне нижней трети доли и ниже	3	3,6
Всего	82*	100

*в двух случаях НЩА отсутствовала

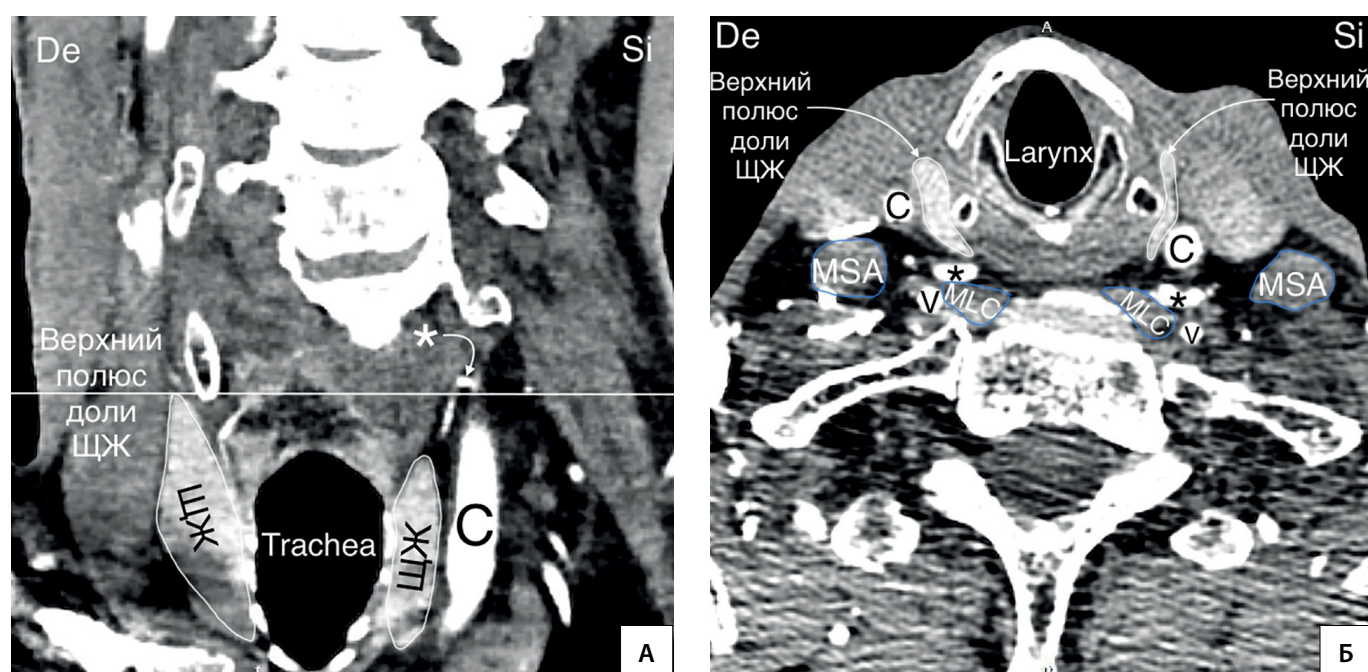


Рисунок 4. Колени НЩА располагаются на уровне верхнего полюса доли ЩЖ. А — КТ-ангиограмма (фронтальный срез); Б — КТ-ангиограмма (горизонтальная плоскость); * — колени НЩА. С — a. carotis communis; V — a. vertebralis; MSA — musculus scalenus anterior; MLC — musculus longus colli; De — dextra; Si — sinistra.

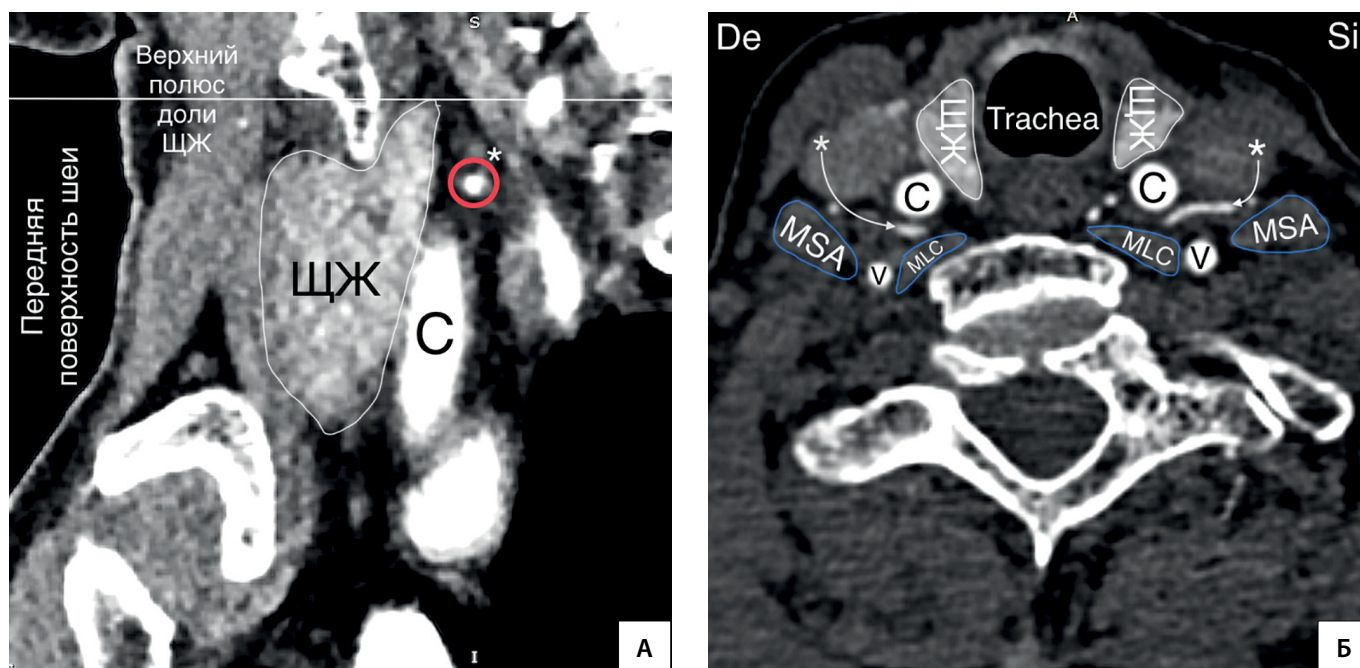


Рисунок 5. Колено НЩА располагается на уровне верхней трети доли ЩЖ. А — КТ-ангиограмма (сагиттальный срез); Б — КТ-ангиограмма (горизонтальная плоскость). * — колено НЩА; С — a. carotis communis; V — a. vertebralis; MSA — musculus scalenus anterior; MLC — musculus longus colli; De — dextra; Si — sinistra.

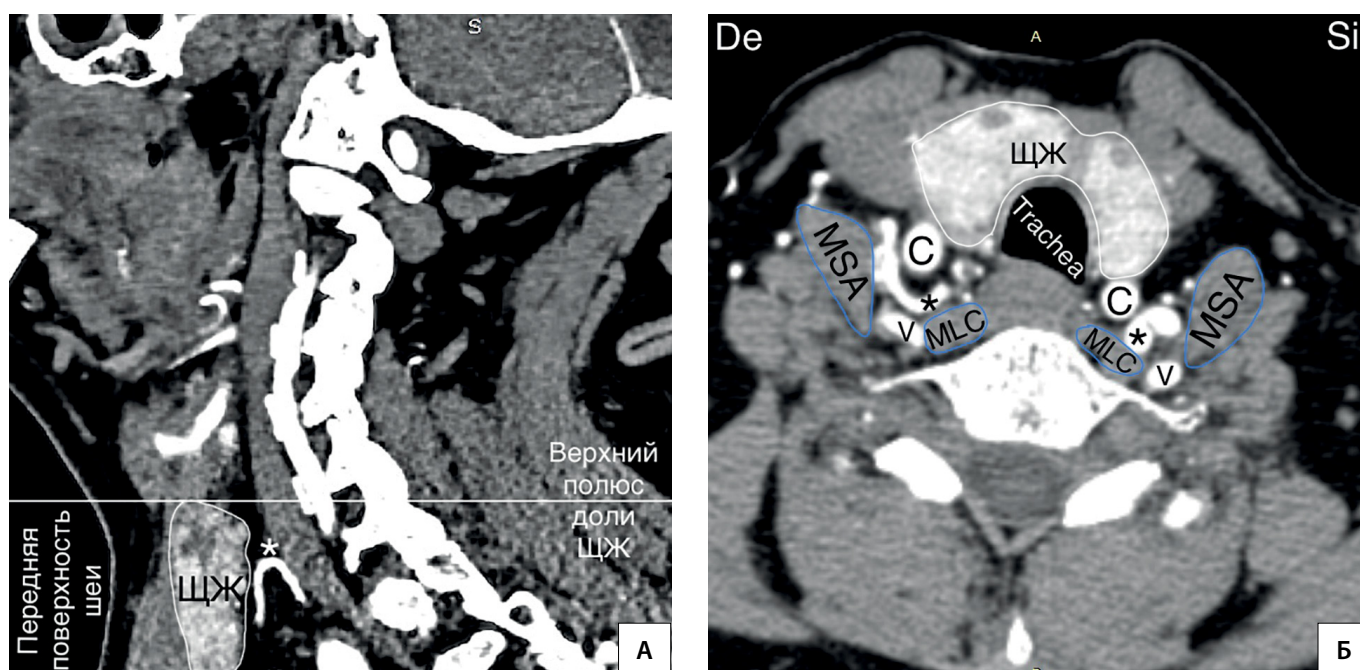


Рисунок 6. Колено НЩА располагается на уровне средней трети доли ЩЖ. А — КТ-ангиограмма (сагиттальный срез); Б — КТ-ангиограмма (горизонтальная плоскость); * — колено НЩА; С — a. carotis communis; V — a. vertebralis; MSA — musculus scalenus anterior; MLC — musculus longus colli; De — dextra; Si — sinistra.

дящей ее части (табл. 4). Две ветви НЩА четко визуализировались в 43 (52,5%) случаях. При этом в 26 (31,7%) наблюдениях ветви имели только нисходящее направление, а в 17 (20,7%) визуализировались как восходящие, так и нисходящие ветви (рис. 9).

Нижняя ларингеальная артерия (arteria laryngea inferior, TA) как обособленная структура НЩА ни в одном случае не определялась.

Таким образом, НЩА являлась наиболее крупной и постоянной артериальной структурой щитошейного ствола (табл. 5), проникающей внутрь пространства,

ограниченного внутренностной фасцией шеи, где позади долей ЩЖ формировала свои первые ветви.

Реберношейный ствол (truncus costocervicalis, TA)

От второго отдела подключичной артерии (участка дистальнее внутреннего края I ребра) во всех наблюдениях отходил реберношейный ствол. В данной работе анатомия и топография ствола подробно не описывались, поскольку его единственная шейная ветвь во всех случаях располагалась кзади от предпозвоночной фасции (V листок по В.Н. Шевкуненко) и кровоснабжала мышцы задних отделов шеи.

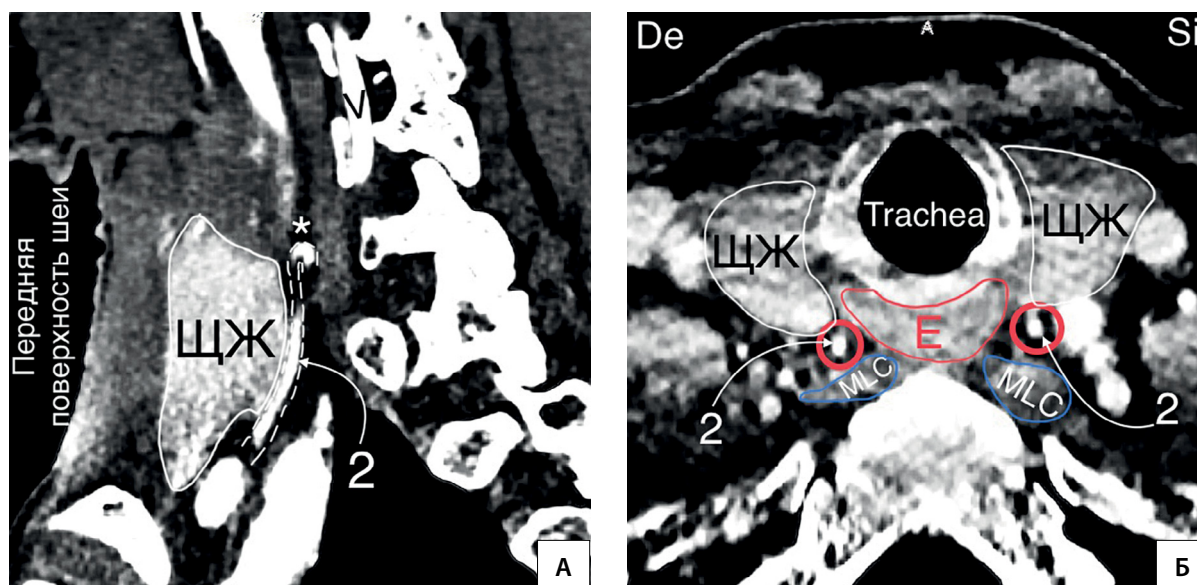


Рисунок 7. Нисходящая часть НЩА. А — КТ-ангиография (сагиттальный срез). Нисходящая ветвь НЩА направляется вниз вдоль задней поверхности доли ЩЖ; Б — КТ-ангиография (горизонтальный срез). Нисходящая часть НЩА располагается в пространстве между ЩЖ, пищеводом и длинной мышцей шеи. 2 — нисходящая часть НЩА; * — колено НЩА; MLC — musculus longus colli; E — esophagus; De — dextra; Si — sinistra.

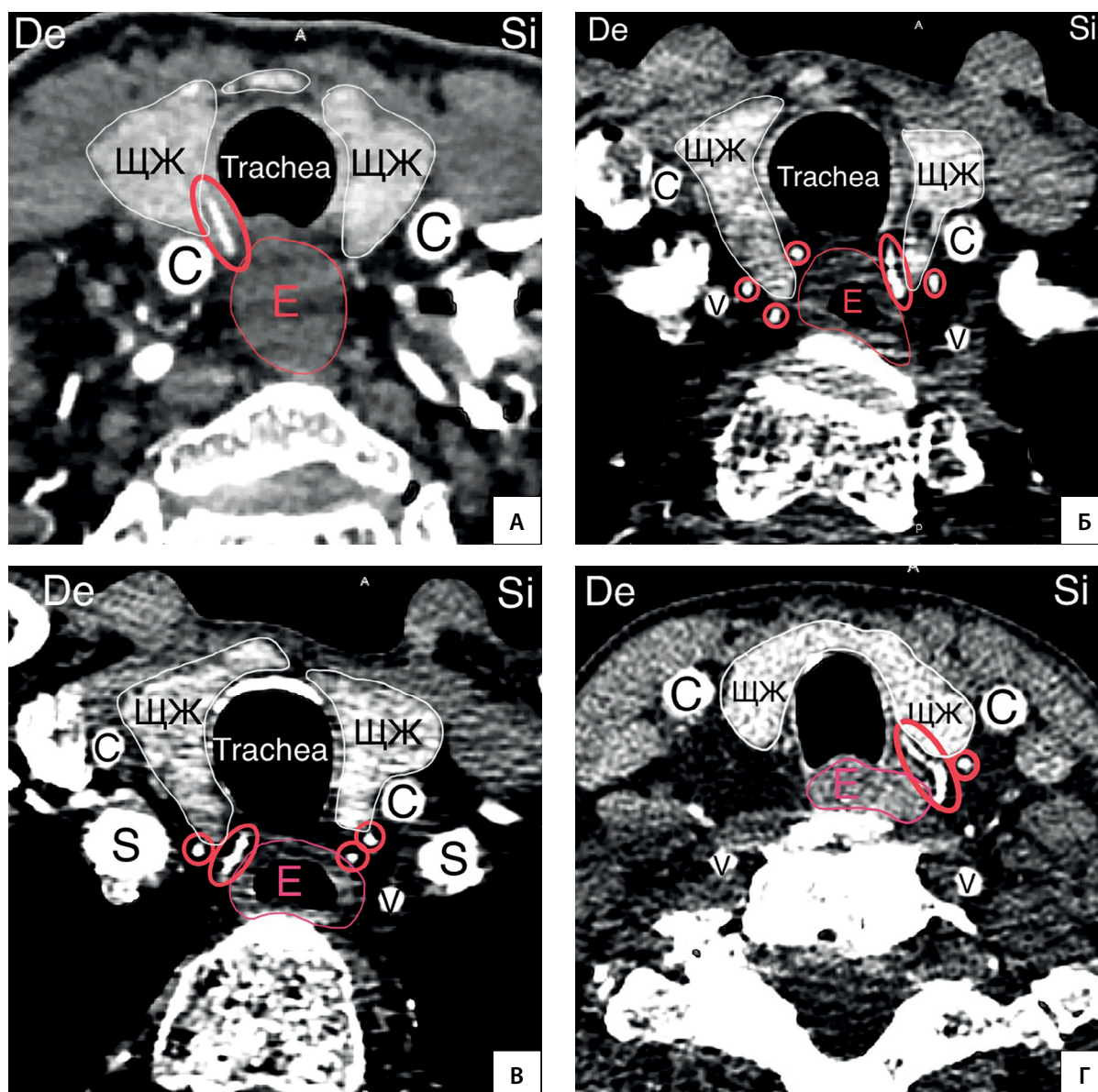


Рисунок 8. Топография ветвей НЩА. А, Б, В, Г — КТ-ангиография (горизонтальный срез). Ветви НЩА располагаются по задней поверхности ЩЖ. Часть ветвей направляются в промежуток между долей ЩЖ и трахеей. С — a. carotis communis; V — a. vertebralis; S — a. subclavia; E — esophagus; De — dextra; Si — sinistra.

Таблица 4. Количество ветвей НЩА первого порядка ветвления

	n	%
Одна ветвь	35	42,7
Две ветви	43	52,5
Три ветви	2	2,4
Ветви не контрастировались (рассыпной тип)	2	2,4
Всего	82*	100

*в 2 случаях НЩА отсутствовала

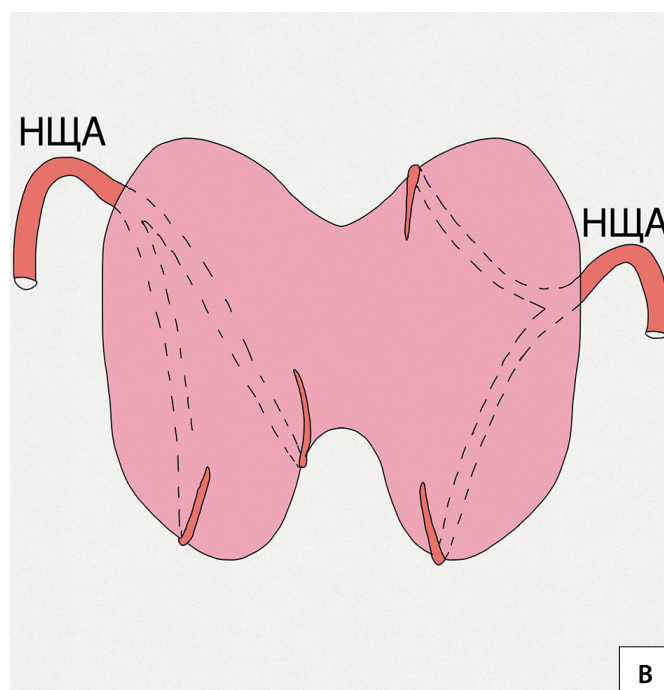
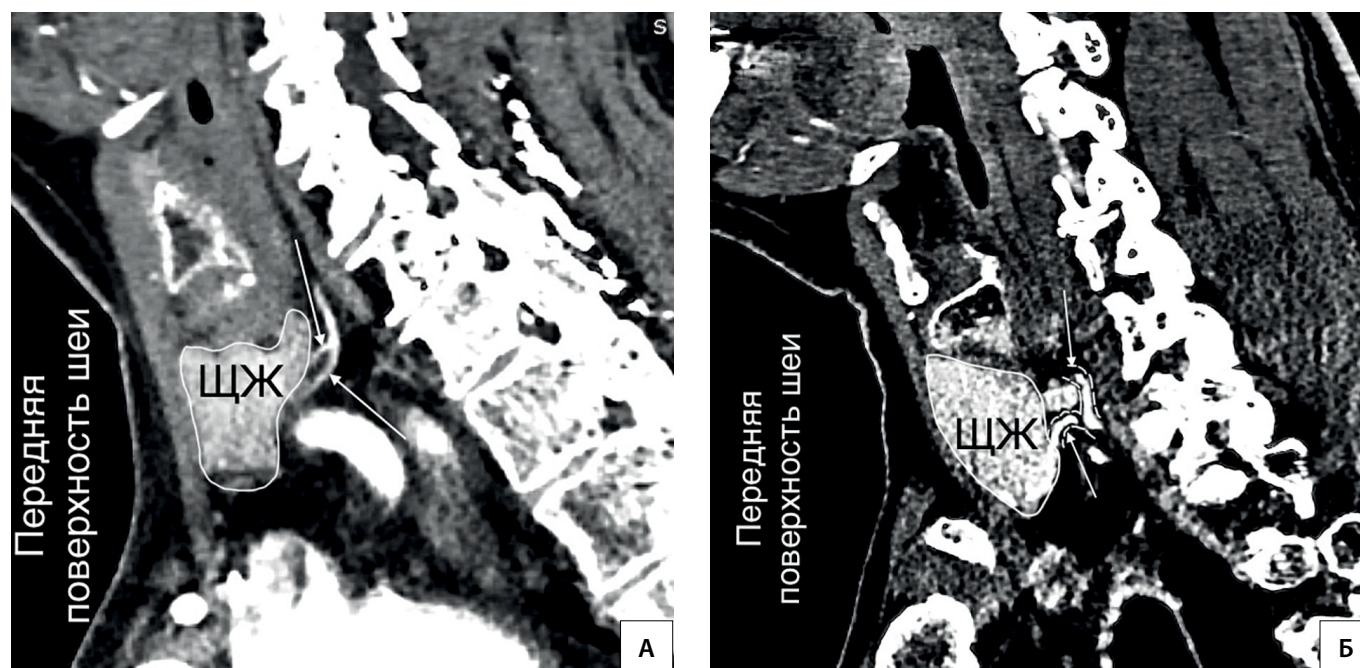


Рисунок 9. НЩА образует две ветви. А — КТ-ангиография (сагиттальный срез). Обе ветви направляются книзу (стрелки); Б — КТ-ангиография (сагиттальный срез). Восходящая и нисходящая ветви НЩА (стрелки); В — схематичный рисунок (вид спереди). Варианты расположения ветвей НЩА.

Таблица 5. Сравнение ветвей щитовидного ствола по их толщине и количеству

	НЩА	Надлопаточная артерия (сравнение с НЩА)	Поверхностная шейная артерия (сравнение с НЩА)	Восходящая шейная артерия (сравнение с НЩА)
Диаметр просвета сосуда, мм	2,1±0,5	1,9±0,8 (p=0,454)	1,2±0,5 (p=0,026)	1,1±0,6 (p=0,001)
Агенезия артерии	2	14 (p=0,002)	28 (p=0,000)	7 (p=0,167)

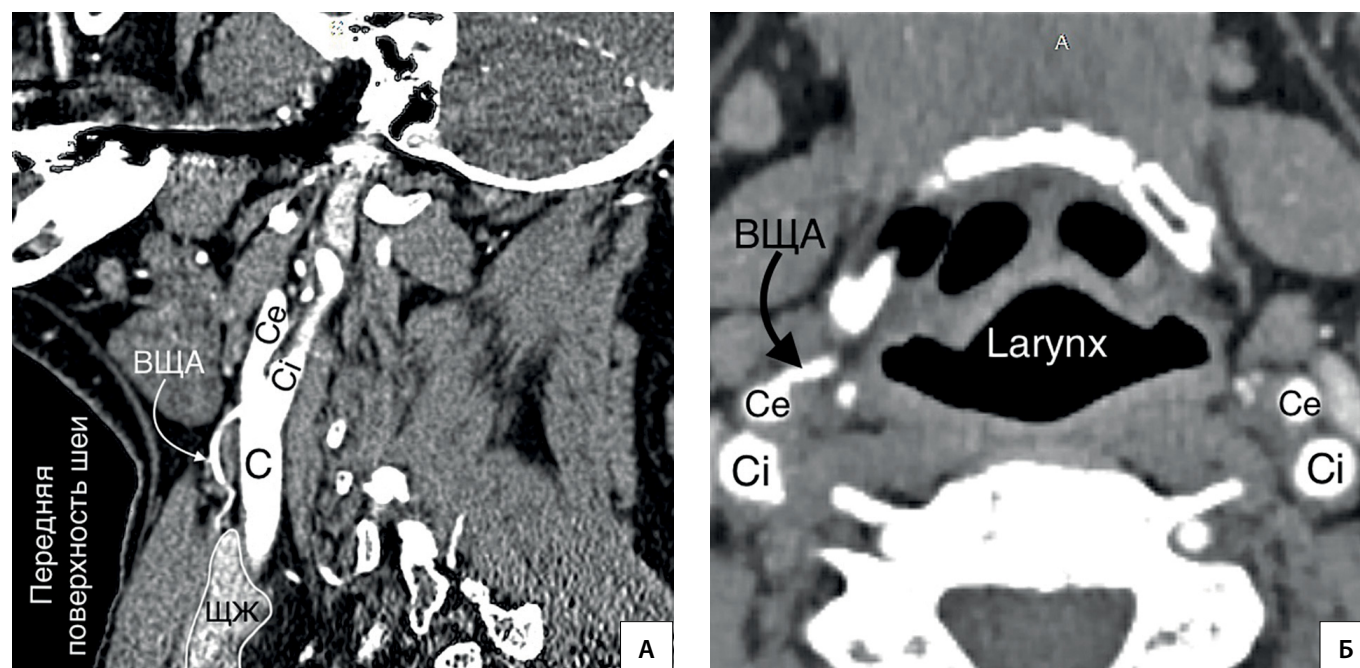


Рисунок 10. Источник ВЩА. А — КТ-ангиография (сагиттальный срез). Источником ВЩА является бифуркация общей сонной артерии; Б — КТ-ангиография (горизонтальный срез). ВЩА берет начало от наружной сонной артерии. С — a. carotis communis; Ce — a. carotis externa; Ci — a. carotis interna.

Общая сонная артерия (arteria carotis communis, TA)

Общая сонная артерия ветвей не образовывала.

В области бифуркации с переходом на внутреннюю сонную артерию в 61 (72,6%) случае отмечалось атеросклеротическое сужение просвета сосуда, которое в среднем составляло 44,8±18,0%.

Шейный участок внутренней сонной артерии ветвей не формировал.

Наружная сонная артерия (arteria carotis externa, TA)

Первой ветвью наружной сонной артерии являлась

верхняя щитовидная артерия (ВЩА). Сосуд был единственной ветвью, начинающейся от наружной сонной артерии ниже подъязычной кости и имевшей нисходящее направление. Все остальные ветви наружной сонной артерии (язычная, лицевая, затылочная, восходящая глоточная артерии) располагались выше подъязычной кости и поднимались вверх к органам и тканям головы.

Верхняя щитовидная артерия (arteria thyroidea superior, TA) в 33 (39,3%) случаях являлась ветвью наружной сонной артерии, а в 46 (54,8%) наблюдениях отходила от области бифуркации общей сонной артерии (табл. 6, рис. 10).

Таблица 6. Источник ВЩА

	n	%
Область бифуркации общей сонной артерии	46	54,8
Наружная сонная артерия	33	39,3
Язычная артерия	1	1,2
Источник определить невозможно (начальные отделы облитерированы)	4	4,7
Всего	84	100

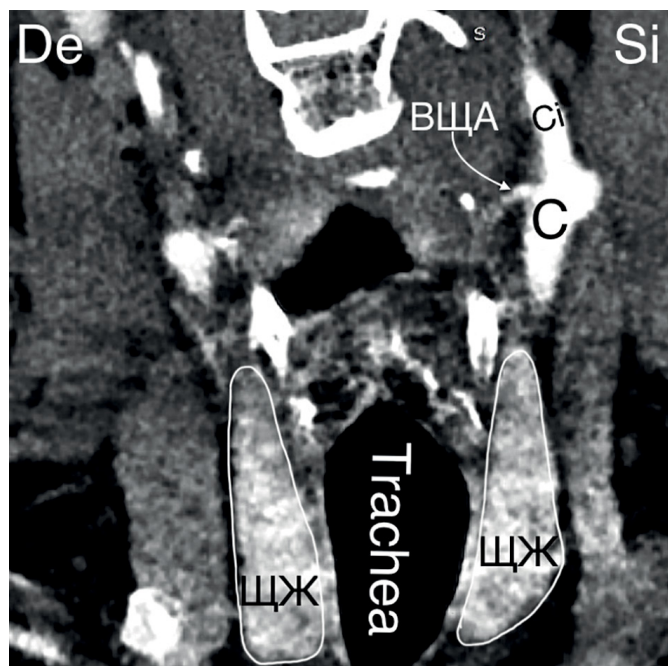


Рисунок 11. Облитерированная левая ВЩА. КТ-ангиография (фронтальный срез). Отмечается «обрыв» контраста. C — a. carotis communis; Ci — a. carotis interna; De — dextra; Si — sinistra.

На 10 (11,9%) сканограммах начальные отделы ВЩА были частично облитерированы (рис. 11).

Толщина ВЩА составила $1,6 \pm 0,7$ мм, что являлось меньше диаметра просвета НЩА ($p=0,032$). При этом длина ВЩА ($3,9 \pm 1,1$ см) была сопоставима с длиной НЩА ($p=0,653$).

В отличие от НЩА ВЩА образовывала множество дополнительных ветвей по пути своего следования к ЩЖ. В 55 (65,5%) наблюдениях отмечена верхняя гортанная артерия (arteria laryngea superior, TA), которая в 2 случаях была крупнее ветви, идущей к ЩЖ. Мышечные ветви ВЩА отчетливо контрастировались на 7 (8,3%) сканограммах.

В 53 (63,1%) случаях основной железистой ветвью ВЩА (интенсивно контрастировалась вплоть до ветвей 2–3 порядка) являлась переднеперешеечная ветвь, направлявшаяся по передней поверхности верхнего полюса доли в сторону перешейка. Менее крупные боковые ветви определялись в 23 (27,4%) наблюдениях. Лишь в 4 (4,8%) случаях контрастировались мелкие ветви, располагающиеся по задней поверхности верхнего полюса ЩЖ (табл. 7, рис. 12).

Таким образом, ВЩА, так же как НЩА, проникала в пространство, ограниченное внутренностной фасцией шеи, и формировала в нем интрамуральные ветви. Однако ветви ВЩА, в отличие от НЩА, располагались по переднебоковой поверхности ЩЖ и имели меньший диаметр, а в ряде случаев были облитерированы.

АНОМАЛИИ АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА

Непарная щитовидная артерия (arteria thyroidea imma, TA; artery of Neubauer, артерия Нойбауэра) кон-

трастировалась в 2 (4,8%) случаях. Источником артерий являлся брахиоцефальный ствол (рис. 13).

Агенезия нижней щитовидной артерии

В 2 (2,4%) наблюдениях НЩА отсутствовала (по одной справа и слева), а ВЩА с той же стороны была крупнее (рис. 14).

Аберрантная правая подключичная артерия (arteria lusoria, загадочная артерия)

У 1 (2,4%) пациента выявлена аберрантная правая подключичная артерия. В данном случае правый щитошейный ствол начинался совместно с внутренней грудной артерией, а правая НЩА являлась первой ветвью щитошейного ствола.

Средостенные ветви нижней щитовидной артерии

На 2 (2,4%) сканограммах нисходящая ветвь НЩА имела значительную длину и достигала дуги аорты (рисунок 15).

ОБСУЖДЕНИЕ

Клиническая значимость результатов.

Сопоставление с другими результатами

Артериальное кровоснабжение внутренних органов шеи обеспечивается нижней, верхней и непарной щитовидными артериями

В работе проведен анализ всех контрастированных артериальных структур, расположенных на шее (минимальное разрешение КТ-сканера составило $0,35 \pm 0,05$ мм). Факт кровоснабжения органа определялся анатомической близостью и наличием интрамуральных ветвлений сосуда.

Первой ветвью подключичной артерии является позвоночная артерия, короткий предпозвоночный участок которой локализуется в глубоких мышечных слоях шеи вне внутренностной фасции. Второй (позвоночный) отдел сосуда находится в отверстиях поперечных отростков VI–II шейных позвонков. Оба участка крупных ветвей на шее не образуют [10, 11, 13].

Внутренняя грудная артерия направляется от подключичной артерии вертикально вниз в грудную клетку и анатомической близости с внутренними органами шеи, так же, как и позвоночная артерия, не имеет [14, 15]. Однако, согласно международной анатомической классификации, сосуд формирует дополнительные ветви к тканям переднего средостения, тимусу и даже ЩЖ [11, 16]. По данным нашего исследования, единственными артериальными ветвями, которые «связывают» внутренние органы шеи со средостением, являются непарная щитовидная артерия (4,8%) и средостенные ветви НЩА (2,4%) [17, 18].

В настоящей работе установлено, что все ветви щитошейного ствола (кроме НЩА) проецируются вне внутренностной фасции шеи и кровоснабжают поверхностные мышцы и ткани шеи. Эта особенность позволяет

Таблица 7. Железистые ветви ВЩА

	n	%
Передне-перешеечная ветвь (ramus glandularis anterior, TA)	53	63,1
Латеральные ветви (ramus glandularis lateralis, TA)	23	27,4
Задние ветви (ramus glandularis posterior, TA)	4	4,8

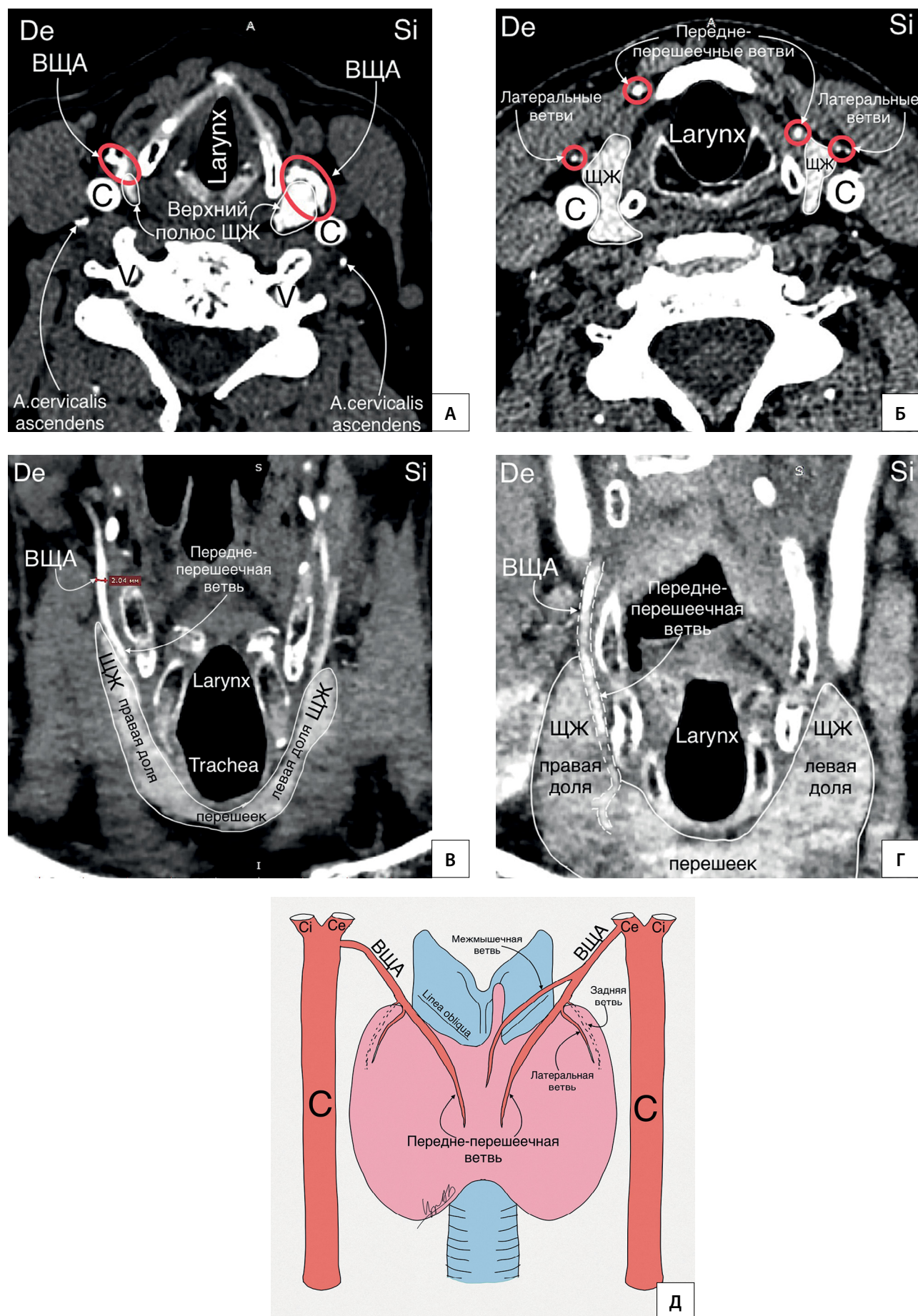


Рисунок 12. Расположение железистых ветвей ВЩА. А — КТ-ангиография (горизонтальный срез на уровне верхних полюсов ЩЖ); Б — КТ-ангиография (горизонтальный срез несколько ниже рисунка А); В, Г — КТ-ангиография (фронтальный срез на уровне перешейка ЩЖ); Д — схематичный рисунок. Передне-перешеечная железистая ветвь является самой постоянной и крупной железистой ветвью ВЩА. Linea obliqua (TA) — косая линия щитовидного хряща — место крепления предщитовидных мышц; С — a. carotis communis; Се — a. carotis externa, Си — a. carotis interna; V — a. vertebralis; De — dextra, Si — sinistra.

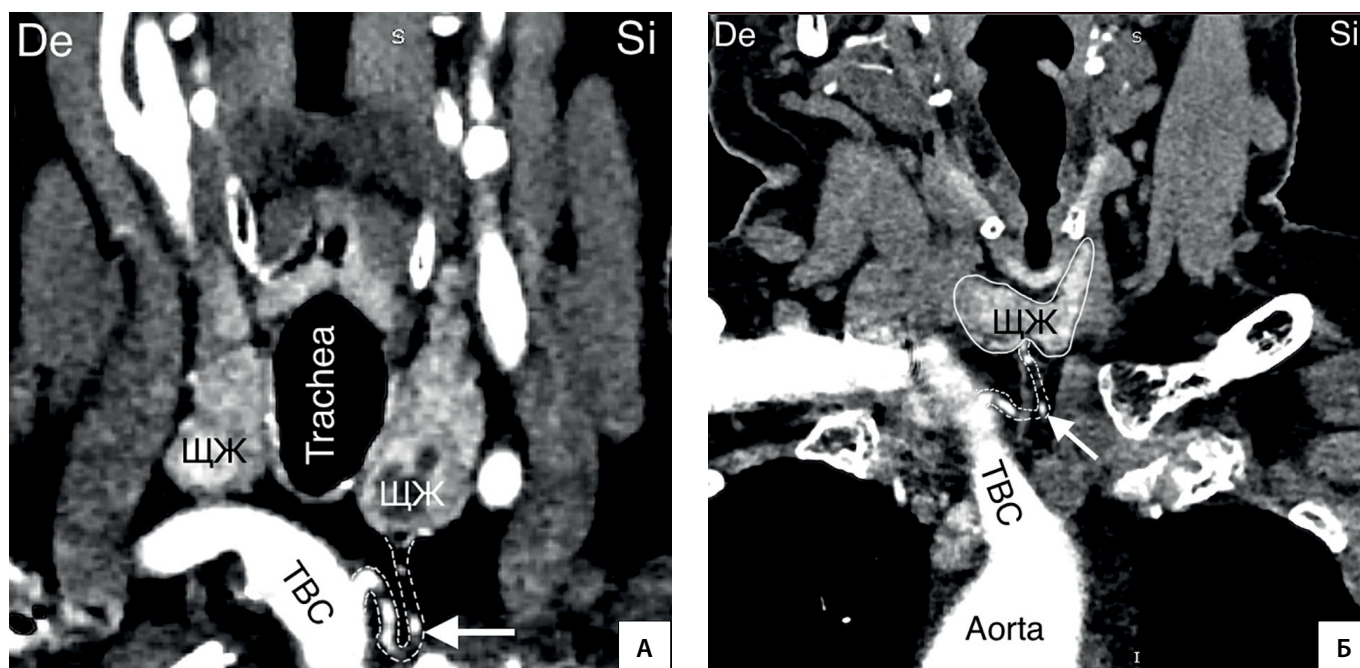


Рисунок 13. Непарная щитовидная артерия (указана стрелкой). А, Б — КТ-ангиография (фронтальный срез). TBC — truncus brachiocephalicus; De — dextra; Si — sinistra.

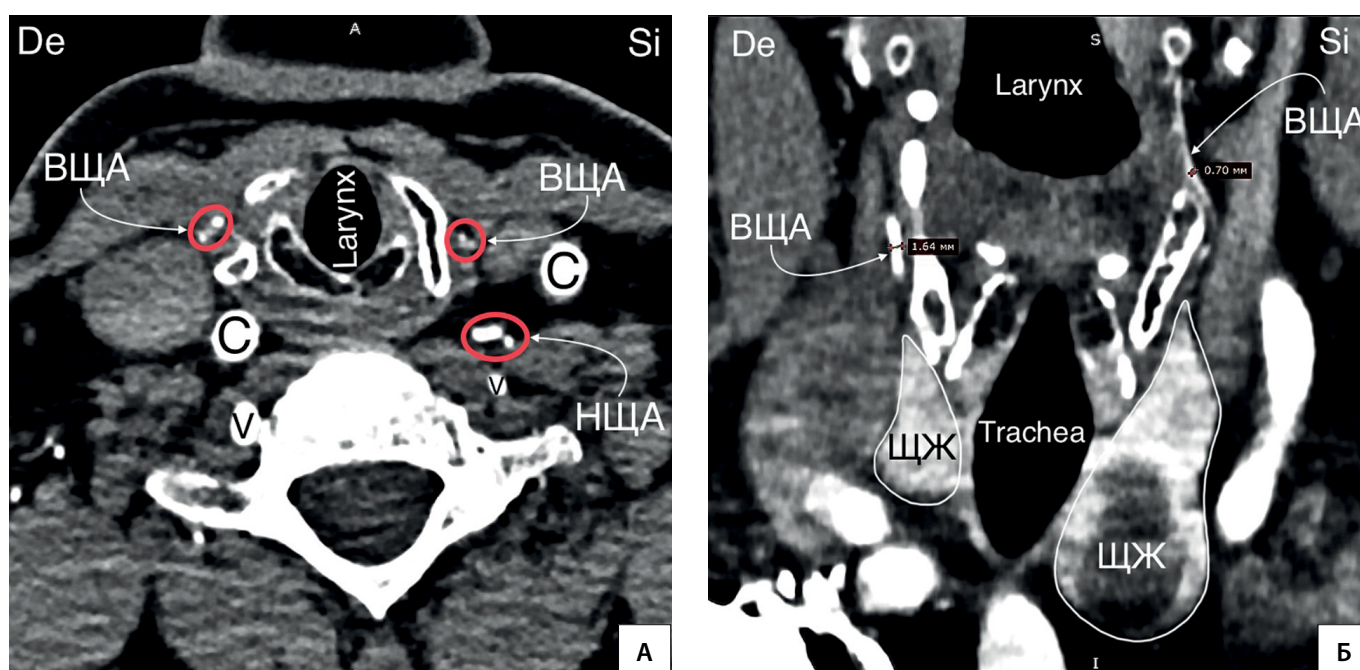


Рисунок 14. Агенезия правой НЩА. А — КТ-ангиография (горизонтальный срез). Правая НЩА не контрастируется. Правая ВЩА крупнее левой ВЩА. Б — КТ-ангиография (фронтальный срез). Правая ВЩА (1,6 мм) крупнее левой (0,7 мм). С — a. carotis communis; V — a. vertebralis; De — dextra; Si — sinistra.

формировать на их основе лоскут кожи на питающей ножке [19–21]. Кроме того, в нашем исследовании отмечено, что НЩА являлась основной ветвью щитошейного ствола (имеет больший диаметр и является более постоянной его ветвью).

Реберношейный ствол имеет одну шейную ветвь — arteria cervicalis profunda (TA), которая проникает только в задние мышцы шеи, формируя к ним rami dorsales, а к позвоночнику — rami spinales (располагаются кзади от предпозвоночной фасции) [11, 16, 21, 22].

Общая и внутренняя сонные артерии ветвей на шеи не образуют [11, 16].

Единственной ветвью наружной сонной артерии, располагающейся ниже подъязычной кости, является ВЩА. Артерия имеет нисходящий ход и формирует ветви

к гортани, ЩЖ, окружающим мышцам. Остальные ветви наружной сонной артерии направляются вверх и кровоснабжают органы и ткани головы [11, 16].

Таким образом, только НЩА и ВЩА проникают в пространство, окруженное внутренностной фасцией, кровоснабжая ЩЖ, ОЩЖ, гортань, шейные участки трахеи и пищевода.

Нижняя щитовидная артерия является доминантным сосудом, обеспечивающим кровоснабжение внутренних органов шеи

Еще в 1901 Д. Берри утверждал, что при токсических зобах перевязка ВЩА незначительно уменьшает кровоснабжение и объем органа [23]. Другие авторы при морфоме-

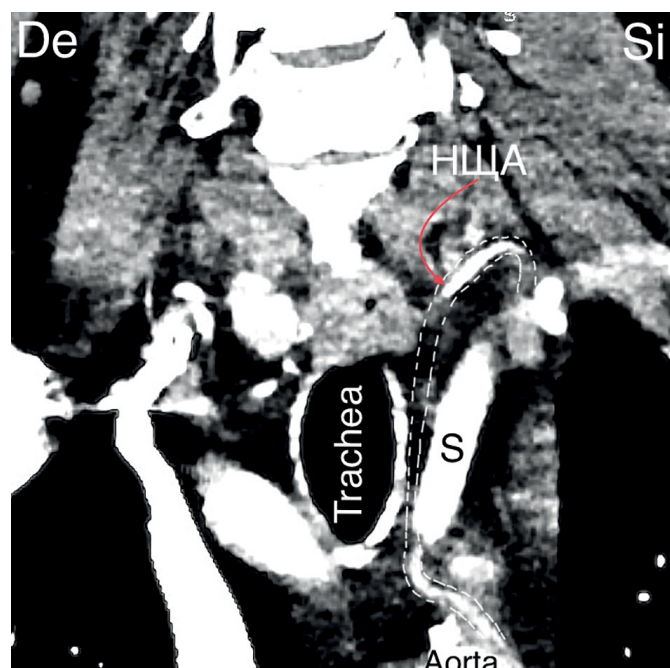


Рисунок 15. Нисходящая часть НЩА достигает дуги аорты. КТ-ангиография (фронтальный срез). S — a. subclavia.

трических измерениях также отметили, что *НЩА часто крупнее ВЩА* [24]. В настоящем исследовании мы пришли к подобному заключению: НЩА имеет больший просвет по сравнению с ВЩА ($p=0,032$, t-критерий) при сопоставимой длине сосудов ($p=0,653$, t-критерий).

Распространенность в общей популяции *атеросклероза каротидных артерий* составляет 55% у мужчин и 46% у женщин [25]. Сужение просвета сонных артерий на 25% выявлено у 28% мужчин в возрасте 55–64 лет [26], тогда как поражение атеросклерозом подключичной артерии происходит реже [27].

В нашей работе отмечена та же тенденция: атеросклероз чаще диагностировался в общей сонной артерии, нежели в подключичной артерии ($p=0,00001$, хи-квадрат),

в которой и степень стеноза была выше ($p=0,04$, t-критерий). Область каротидной бифуркации является основным местом атеросклеротического поражения [27]. Именно поражением бифуркации (основной источник ВЩА) можно объяснить облитерацию ветвей ВЩА [28].

Благодаря прогрессу иммунологии и хирургии стала возможна *трансплантация* практически всех жизненно важных органов. Несмотря на это, трахея относится к тем немногочисленным органам, которые все еще не подлежат замене в широкой медицинской практике. Основная проблема, с которой сталкиваются трансплантологи, это нарушение кровоснабжения органа. Однако в ряде случаев пересадка тиреоидального комплекса с восстановлением кровоснабжения за счет НЩА приводит к успеху [29, 30]. Этот факт дополнительно подтверждает значимую роль НЩА в кровоснабжении внутренних органов шеи.

Таким образом, доминантным источником кровоснабжения внутренних органов шеи является НЩА, отличающаяся большим диаметром просвета и отсутствием участков облитерации, появившихся с возрастом на фоне атеросклероза.

Околощитовидные железы расположены по ходу ветвей нижней щитовидной артерии

В международной анатомической классификации (Terminologia Anatomica, 1998 год) железистые ветви ВЩА представлены *rami glandularis anterior, lateralis et posterior* [16]. По данным клинических исследований, доминантными из них являются передние или переднемедиальные ветви [28, 31]. Подобная закономерность отмечена и в нашей работе: в 63,1% случаев контрастировались крупные переднеперешеечные ветви — прямое продолжение ВЩА. В 27,4% наблюдениях сосуд имел латеральные ветви и только в 4,8% случаях присутствовали мелкие задние ветви.

Таким образом, основные ветви ВЩА располагаются преимущественно по передневерхней поверхности доли ЩЖ, которая не является типичной зоной локализации ОЩЖ (рис. 16).

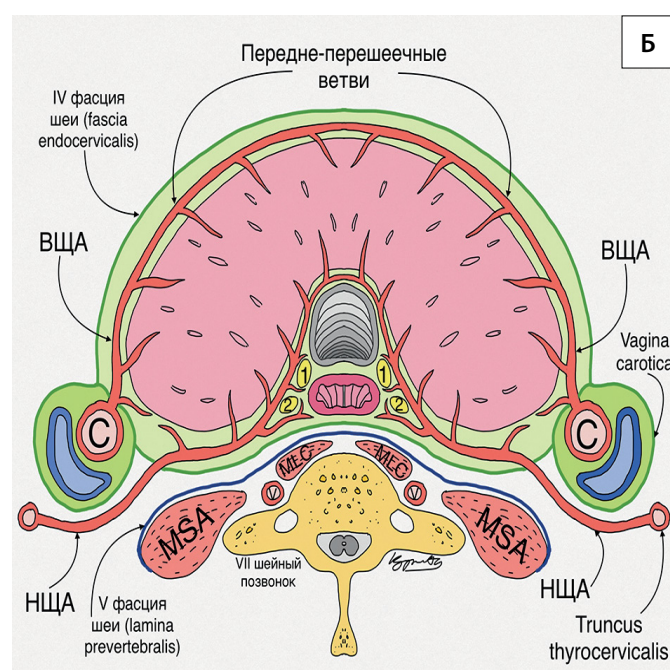
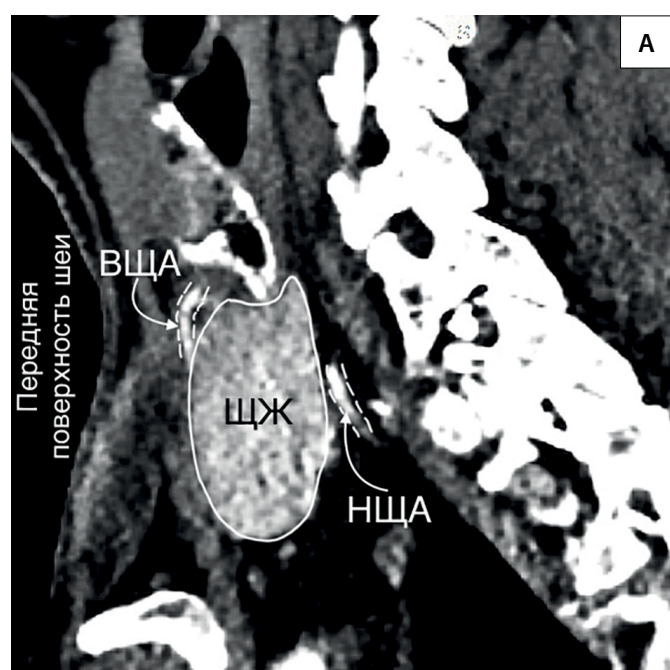


Рисунок 16. Топография ветвей ВЩА и НЩА. А — КТ-ангиография шеи (сагиттальный срез). Б — схематичный рисунок. 1, 2 — ОЩЖ; С — a. carotis communis; V — a. vertebralis; MSA — musculus scalenus anterior; MLC — musculus longus colli.

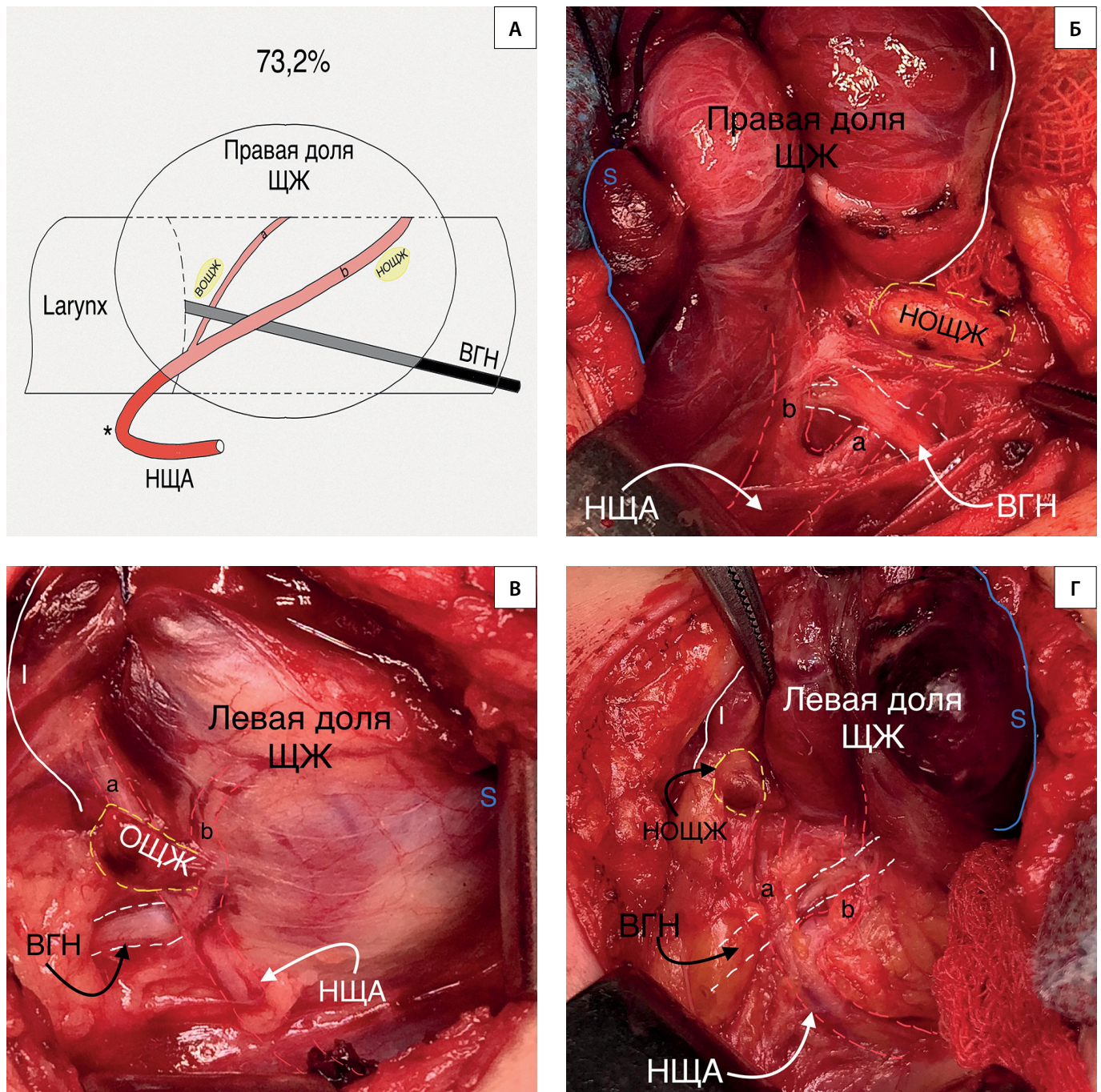


Рисунок 17. Х-образный перекрест между НЩА и возвратным гортанным нервом. А — симуляционная модель (доля ЩЖ не мобилизована, вид сбоку). Б, В, Г — интраоперационные находки (доля ЩЖ мобилизована и оттянута кпереди). Здесь и на рис. 18, 19: ВОЩЖ — верхняя ОЩЖ; НОЩЖ — нижняя ОЩЖ. а, б — ветви НЩА; S — superior — верхний полюс ЩЖ; I — inferior — нижний полюс ЩЖ

Напротив, ветви НЩА располагаются по задней поверхности ЩЖ, где формируют «ворота» органа [23]. Указанное место является типичной зоной локализации как верхних, так и нижних ОЩЖ. Ранее проведенное нами анатомическое исследование подтверждает данный факт (в 72% случаев ОЩЖ располагаются непосредственно на ветвях НЩА) [32]. Поэтому лигирование основного ствола НЩА сопряжено с высоким риском развития послеоперационного гипопаратиреоза [33, 34].

Перекрест нижней щитовидной артерии с возвратным гортанным нервом

Возвратный гортанный нерв, несмотря на разнообразие экстраларингеальных ветвлений, имеет постоянную локализацию и направление (находится в трахеопище-

водной борозде и имеет восходящее направление) [7, 35]. Однако НЩА отличается вариативностью своей топографии.

По данным нашего исследования, в большинстве (73,2%) случаев колено НЩА находилось на уровне верхней трети доли ЩЖ или выше. От колена сосуд направлялся вниз (нисходящий участок) по задней поверхности доли навстречу возвратному гортанному нерву, образуя с ним X-образный перекрест (рис. 17).

В 23,2% случаев при КТ-ангиографии колено НЩА определялось на уровне средней трети доли ЩЖ, а нисходящая часть сосуда имела более горизонтальное расположение. Таким образом, в данном варианте артерия проецируется на возвратный гортанный нерв практиче-

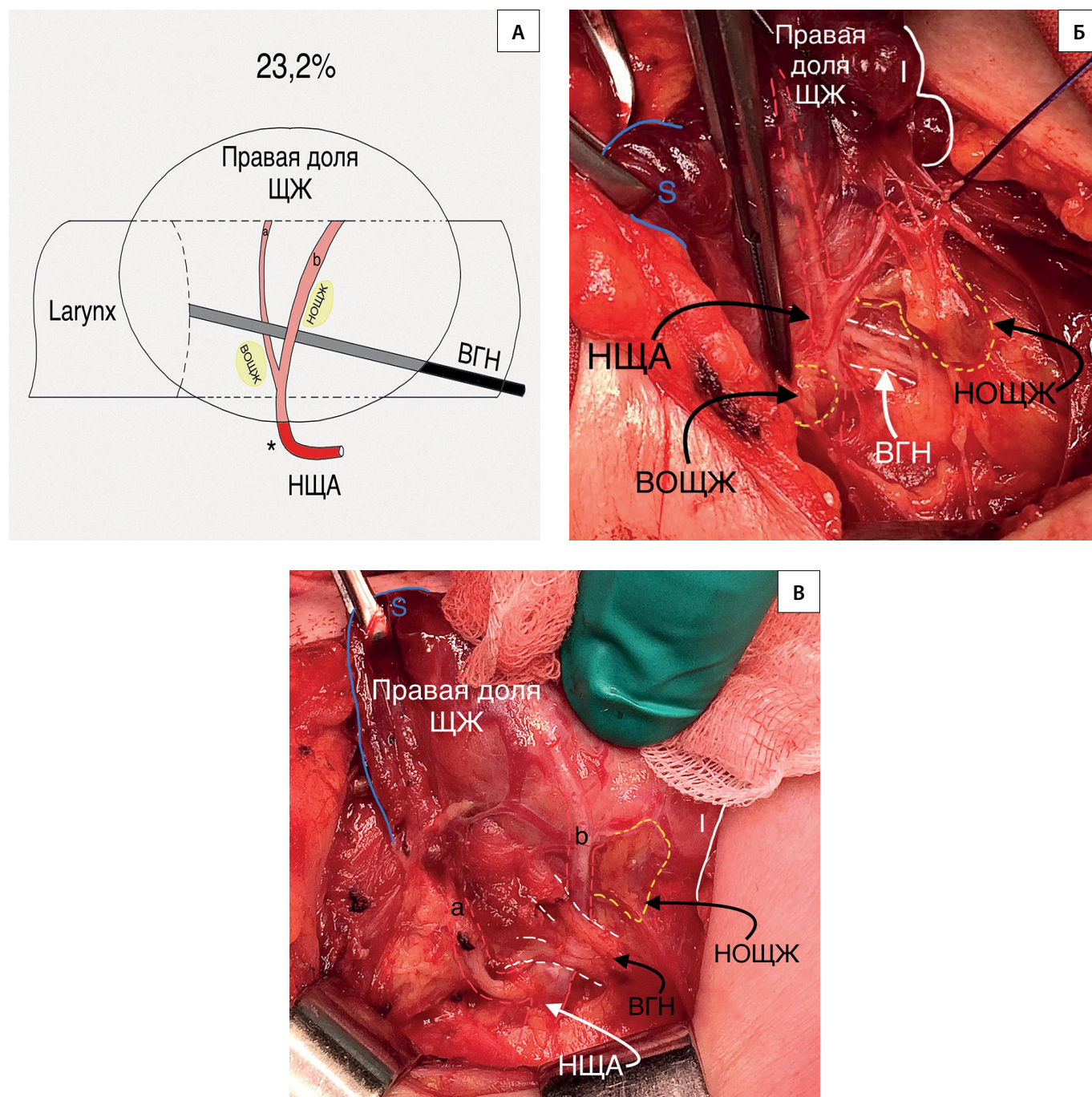


Рисунок 18. Крестообразный перекрест между НЩА и возвратным гортанным нервом. А — симуляционная модель (доля ЩЖ не мобилизована, вид сбоку). Б, Б' — интраоперационные находки (доля ЩЖ мобилизована и оттянута кпереди).

ски под прямым углом, а интраоперационно мы наблюдали *крестообразный перекрест* (рис. 18).

В 3,6% наблюдений колено НЩА не было выражено, а сосуд имел восходящее направление практически параллельно ходу возвратного гортанного нерва (рис. 19).

Развитие щитовидной железы из двух зачатков определяет кровоснабжение органа из двух артериальных бассейнов

В экспериментальной работе убедительно показано влияние глоточных артериальных дуг на развитие и миграцию зачатка ЩЖ, что указывает на существование глубоких филогенетических и онтогенетических связей между данными структурами [36]. Поэтому кровоснаб-

жение ЩЖ из разных источников может служить дополнительным напоминанием о происхождении органа из разных зачатков.

Первый (медиальный) зачаток ЩЖ у человека формируется на 16–17-й день эмбрионального развития из энтодермы корня языка. Далее срединная почка мигрирует вертикально вниз вдоль вентральных аорт (общей и наружной сонных артерий) и к 45–50-му дню оказывается в конечном своем положении — кпереди от трахеи [37, 38]. По предположению одного из авторов, именно ВЩА является первичным сосудом, возникающим у примитивной ЩЖ и повторяющим нисходящий путь ее миграции [23]. Кроме того, источниками ВЩА являются наружная или общая сонные артерии, что также определяется эмбриологическим движением

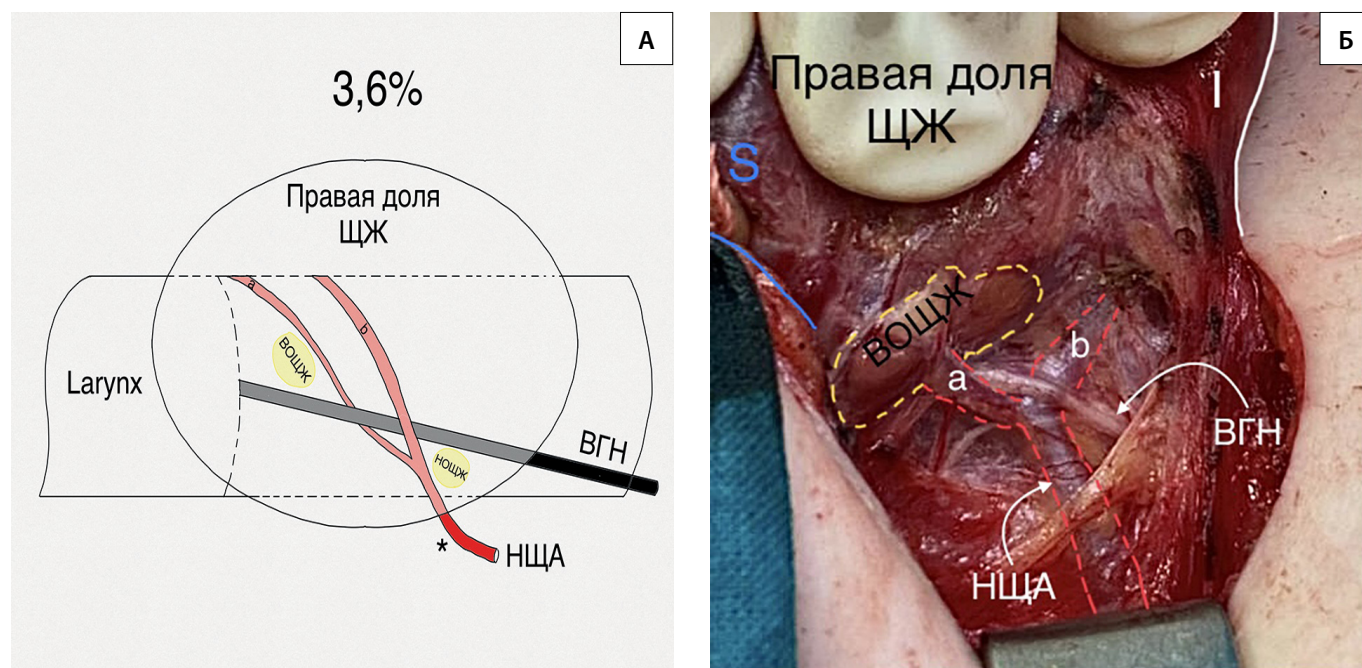


Рисунок 19. Нервно-артериальный перекрест при восходящем направлении НЩА. А — симуляционная модель (доля ЩЖ не мобилизована, вид сбоку). Б — интраоперационные находки (доля ЩЖ мобилизована и оттянута кпереди).

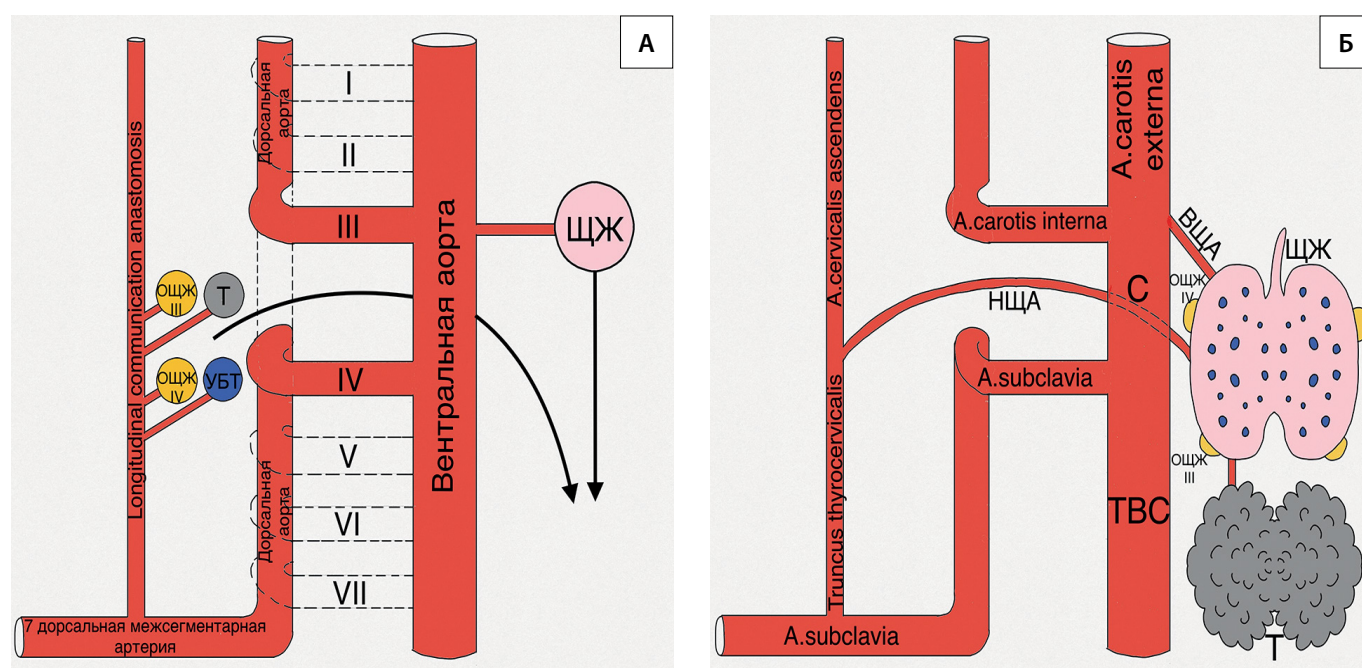


Рисунок 20. Схематичный рисунок эмбриогенеза ЩЖ, ОЩЖ и сосудистых структур человека (правая половина тела). А — зачатки ЩЖ, ОЩЖ, тимуса, сосудистой системы. Б — окончательное положение органов у взрослого человека. ВЩА повторяют движение медиального зачатка ЩЖ (прямая стрелка). НЩА повторяют движение латерального зачатка ЩЖ (дугообразная стрелка). I–VII — глоточные артериальные дуги. Longitudinal communication anastomosis — эмбриональный продольный сосудистый анастомоз шеи, из которого формируется щитовидный ствол и восходящая шейная артерия [39, 40]. Т — тимус; УБТ — ульtimoбранхиальные тельца; ТBC — truncus brachiocephalicus; С — a. carotis communis.

медиального зачатка вдоль вентральных (передних) аорт [28] (рис. 20).

Второй (латеральный) зачаток ЩЖ (ульtimoбранхиальные тельца) формируется из клеток нервного гребня IV жаберного кармана только на 35–42-й день развития. Направляясь кпереди, ульtimoбранхиальные тельца на 60-й день сливаются с медиальным зачатком ЩЖ, образуя по задней поверхности органа бугорок Цукеркандля [37, 38]. Таким образом, «витие-

ватый» ход НЩА (нисходяще-восходящий, позади общей сонной артерии, формирование ветвей позади доли ЩЖ) и ее отсутствие в 1–6% случаев можно объяснить сложной миграцией латеральных структур ЩЖ [23, 24, 39–42].

Кроме того, ОЩЖ, развиваясь из III и IV глоточных карманов, мигрируют совместно с медиальным зачатком ЩЖ [8, 37, 38]. Поэтому с эмбриологической точки зрения основным питающим сосудом ОЩЖ также является НЩА.

Репрезентативность выборок.**Ограничение исследований.**

83,3% исследуемых — пациенты сосудистого и неврологического отделений, обследованные по поводу атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий. В связи с этим распространенность атеросклероза в представленной выборке выше по сравнению с общей популяцией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Артериальное кровоснабжение внутренних органов шеи обеспечивают ВЩА, НЩА, непарная щитовидная артерия.
2. НЩА является доминантным сосудом, обеспечивающим кровоснабжение внутренних органов шеи (НЩА крупнее ВЩА, реже подвержена атеросклеротическому поражению).
3. Железистые ветви ВЩА располагаются преимущественно по переднейбоковой поверхности доли ЩЖ.
4. НЩА формирует ветви по задней поверхности доли ЩЖ и с топографической точки зрения является основным источником кровоснабжения ОЩЖ.

5. В большинстве случаев НЩА имеет нисходящий ход, направляясь по задней поверхности доли ЩЖ и формируя с возвратным гортанным нервом Х-образный перекрест.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Участие авторов. Все авторы внесли существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, в получение и интерпретацию результатов. Все авторы участвовали в написании статьи или внесли в рукопись существенной правки с целью повышения научной ценности статьи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Эндокринная хирургия: руководство для врачей / Под ред. Харнаса С.С. — М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010. [Endokrinnaya khirurgiya: rukovodstvo dlya vrachei. Ed. by Kharnas S.S. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. (In Russ.).]
2. Thyroid-info.ru. [Интернет]. История изучения щитовидной железы. [Thyroid-info.ru. [Internet]. Istoriya izucheniia shchitovidnoi zhelezy (In Russ.).] Доступно по: <https://thyroid-info.ru/about/istoriya-izucheniya-shchitovidnoy-zhelezy>. Ссылка активна на 17.08.22.
3. Ross DS, Burch HB, Cooper DS, et al. American Thyroid Association guidelines for diagnosis and management of hyperthyroidism and other causes of thyrotoxicosis. *Thyroid*. 2016;26(10):1343-1421. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2016.0229>
4. Бондаренко В.О. Возвратный гортанный нерв в хирургии щитовидной и паращитовидной желез. — М.: Атлас; 2006. [Bondarenko VO. Vozvratnyy gortannyi nerv v khirurgii shchitovidnoy i parashchitovidnoy zhelez. Moscow: Atlas; 2006. (In Russ.).]
5. Chandrasekhar SS, Randolph GW, Seidman MD, et al. Clinical practice guideline: improving voice outcomes after thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;148(6):S1-S37. doi: <https://doi.org/10.1177/0194599813487301>
6. Noussios G, Chatzis I, Konstantinidis S, et al. The Anatomical Relationship of Inferior Thyroid Artery and Recurrent Laryngeal Nerve: A Review of the Literature and Its Clinical Importance. *J Clin Med Res*. 2020;12(10):640-646. doi: <https://doi.org/10.14740/jocmr4296>
7. Куприн А.А., Малуя В.Ю., Бритвин Т.А., Абуладзе И.О. Экстраларингеальные варианты возвратного гортанного нерва. Серия наблюдений на аутопсийном материале // Эндокринная хирургия. — 2020. — Т. 14. — №4. — С. 4-18. [Kuprin AA, Maluya VY, Britvin TA, Abuladze IO. Extralaryngeal branching of the recurrent laryngeal nerve. Autopsy case series. *Endocrine surgery*. 2020;14(4):4-18. (In Russ.).] doi: <https://doi.org/10.14341/serg12706>
8. Мокрышева Н.Г., Крупинова Ю.А., Воронкова И.А. Околощитовидные железы: нормальное развитие, анатомическое и гистологическое строение // Эндокринная хирургия. — 2018. — Т. 12. — №4. — С. 178-187. [Mokrysheva NG, Krupinova YA, Voronkova IA. Parathyroid glands: the normal development, anatomy and histological structure. *Endocrine surgery*. 2018;12(4):178-187. (In Russ.).] doi: <https://doi.org/10.14341/serg10039>
9. Zhu J, Tian W, Xu Z, et al. Expert consensus statement on parathyroid protection in thyroidectomy. *Ann Transl Med*. 2015;3(16):230. doi: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2015.08.20>
10. Островерхов Г.Е., Бомаш Ю.М., Лубоцкий Д.Н. Оперативная хирургия и топографическая анатомия. Учебник для студентов медицинских вузов. 5-е издание. — М.: МИА; 2013. [Ostroverkhov GE, Bomash YuM, Lubotskiy DN. Operativnaya khirurgiya i topograficheskaya anatomiya. Uchebnik dlya studentov meditsinskikh vuzov. 5 izdaniye. Moscow: MIA; 2013. (In Russ.).]
11. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. Учебник для студентов медицинских вузов. 12-е издание. — СПб: СПбМАПО; 2006. [Prives MG, Lysenkov NK, Bushkovich VI. Anatomija cheloveka. Uchebnik dlja studentov medicinskih vuzov. 12 izdanie. Saint Petersburg: SPbMAPO; 2006. (In Russ.).]
12. Романчишен А.Ф., Гостимский А.В., Карпатский И.В. Хирургическая анатомия капсулы и фасциального влагалища щитовидной железы // Медицина: теория и практика. — 2017. — Т.2. — №4. — С. 10-18. [Romanchishen AF, Gostimskiy AV, Karpatskiy IV. Khirurgicheskaya anatomiya kapsuly i fastsial'nogo vlagalishcha shchitovidnoy zhelezy. *Meditsina: teoriya i praktika*. 2017;2(4):10-18. (In Russ.).]
13. Magklara E-P, Pantelia E-T, Solia E, et al. Vertebral artery variations revised: origin, course, branches and embryonic development. *Folia Morphologica*. 2021;80(1):1-12. doi: <https://doi.org/10.5603/fm.a2020.0022>
14. Shahoud JS, Kerndt CC, Burns B. Anatomy, Thorax, Internal Mammary (Internal Thoracic) Arteries. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2021 Jul 26.
15. Paliouras D, Rallis T, Gogakos AS, et al. Surgical anatomy of the internal thoracic arteries and their branching pattern: a cadaveric study. *Ann Transl Med*. 2015;3(15):212. doi: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2015.09.03>
16. Terminologia Anatomica [Internet]. Available at: <https://ifaa.unifr.ch/> Accessed 17.08.22.
17. Bergman RA, Afifi AK, Miyauchi R. Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation. Anatomy Atlases: Opus II: Cardiovascular System: Arteries: Head, Neck, and Thorax. Thyroidea Ima (of Neubauer) Artery [Internet]. Available at: <https://anatomyatlases.org>. Accessed 17.08.22.
18. Esen K, Ozgur A, Balci Y, et al. Variations in the origins of the thyroid arteries on CT angiography. *Jpn J Radiol*. 2018;36(2):96-102. doi: <https://doi.org/10.1007/s11604-017-0710-3>
19. Singh R. Variations in the origin and course of the suprascapular artery: case report and literature review. *J Vasc Bras*. 2018;17(1):61-65. doi: <https://doi.org/10.1590/1677-5449.008117>
20. Ogawa R, Murakami M, Vinh VQ, Hyakusaku H. Clinical and Anatomical Study of Superficial Cervical Artery Flaps: Retrospective Study of Reconstructions with 41 Flaps and the Feasibility of Harvesting Them as Perforator Flaps. *Plast Reconstr Surg*. 2006;118(1):95-101. doi: <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000220880.28359.86>

21. Arslan M, Acar HI, Comert A, Tubbs RS. The cervical arteries: an anatomical study with application to avoiding nerve root and spinal cord blood supply. *Turk Neurosurg.* 2017;118(1):95-101. doi: <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.19469-16.1>
22. Alabduladhem TO, Lasrado S. Anatomy, Head and Neck, Costocervical Trunk Arteries. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2021 Jan.
23. Rogers L. The Thyroid arteries considered in relation to their Surgical importance. *J Anat.* 1929;64(1):50-61.
24. Roshan S, Pandey N, Bhivate V, et al. Morphometric study of inferior thyroid artery in cadavers. *Int J Anat Res.* 2015;3(4):1726-1731. doi: <https://doi.org/10.16965/ijar.2015.328>
25. Johnsen SL, Kiserud T. Morphometric study of inferior thyroid artery in cadavers. *Nor Epidemiol.* 2009;19(1):1726-1731. doi: <https://doi.org/10.5324/nje.v19i1.10>
26. Жернакова Ю.В., Кавешников В.С., Серебрякова В.Н., и др. Распространенность каротидного атеросклероза в неорганизованной популяции Томска // *Системные гипертензии.* — 2014. — Т. 11. — №4. — С. 37-42. [Zhernakova YuV, Kaveshnikov VS, Serebriakova VN. The prevalence of carotid atherosclerosis in spontaneous populations in Tomsk. *Sistemic hypertension.* 2014;11(4):37-42. (In Russ.)].
27. Бокерия Л.А., Покровский А.В., Сокурено Г.Ю., и др. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий [Электронный ресурс]. — М.: Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов; 2013. — 72 с. [Bokeria LA, Pokrovskii AV, Sokurenko Glu, et al. Natsional'nye rekomendatsii po vedeniiu patsientov s zabolevaniyami brakhiocefal'nykh arterii [Internet]. Moscow: Rossiiskoe obshchestvo angiologov i sosudistikh khirurgov; 2013. 72 p. (In Russ.)]. Доступно по: http://www.angiolsurgery.org/recommendations/2013recommendations_brachiocephalic.pdf. Ссылка активна на 03.04.2015.
28. Ozgur Z, Govsa F, Celik S, et al. Clinically relevant variations of the superior thyroid artery: an anatomic guide for surgical neck dissection. *Surg Radiol Anat.* 2009;31(3):151-159. doi: <https://doi.org/10.1007/s00276-008-0405-7>
29. Левашев Ю.Н., Яблонский П.К., Пищик В.Г. Аллотрансплантация трахеи в клинике и эксперименте // *Вестник хирургии имени И.И. Грекова.* — 2009. — Т. 168. — №1. — С. 108-111. [Levashev YuN, Yablonskiy PK, Pishchik VG. Trachea allotransplantation in the clinic and experiment. *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2009;168(1):108-111. (In Russ.)].
30. Паршин В.Д., Ляндуп А.В., Тарабрин Е.А., Паршин В.В. Отдаленный результат трансплантации трахеи: успех и нерешенные проблемы // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* — 2018. — Т. 19. — №11. — С. 11-19. [Parshin VD, Lyundup AV, Tarabrin EA, Parshin VV. Long-term outcomes of tracheal transplantation: success and unsolved problems. *Khirurgiya Zhurnal im NI Pirogova.* 2018;19(11):11-19. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.17116/hirurgia20181111>
31. Gupta P, Bhalla AS, Thulkar S, et al. Variations in superior thyroid artery: A selective angiographic study. *Indian J Radiol Imaging.* 2014;24(01):66-71. doi: <https://doi.org/10.4103/0971-3026.130701>
32. Малуя В.Ю., Куприн А.А. Клинико-анатомические особенности кровоснабжения околощитовидных желез: серия наблюдений на аутопсийном материале // *Эндокринная хирургия.* — 2018. — Т. 12. — №1. — С. 40-54. [Malyuga VY, Kuprin AA. Clinical and anatomical features of blood supply of parathyroid glands: autopsy case series. *Endocrine Surgery.* 2018;12(1):40-54. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/serg9637>
33. Thomusch O, Machens A, Sekulla C, et al. The impact of surgical technique on postoperative hypoparathyroidism in bilateral thyroid surgery: a multivariate analysis of 5846 consecutive patients. *Surgery.* 2003;133(2):180-185. doi: <https://doi.org/10.1067/msy.2003.61>
34. Waseem T, Ahmed SZ, Baig H, et al. Truncal vs Branch Ligation of Inferior Thyroid Arteries in Total Thyroidectomy: Does It Affect Postoperative Hypoparathyroidism? *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2021;164(4):759-766. doi: <https://doi.org/10.1177/0194599820957283>
35. Henry BM, Vikse J, Graves MJ, et al. Extralaryngeal branching of the recurrent laryngeal nerve: a meta-analysis of 28,387 nerves. *Langenbecks Arch Surg.* 2016;401(7):913-923. doi: <https://doi.org/10.1007/s00423-016-1455-7>
36. Alt B, Elsalini OA, Schruppf P, et al. Arteries define the position of the thyroid gland during its developmental relocation. *Development.* 2006;133(19):3797-3804. doi: <https://doi.org/10.1242/dev.02550>
37. Kameda Y. Cellular and molecular events on the development of mammalian thyroid C cells. *Dev Dyn.* 2016;245(3):323-341. doi: <https://doi.org/10.1002/dvdy.24377>
38. Nilsson M, Fagman H. Mechanisms of Thyroid Development and Dysgenesis. In: *Indian Journal of Radiology and Imaging.* 2013;24:123-170. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416021-7.00004-3>
39. Surya E, Anitha V. Anomalous origin of left vertebral artery arising from the arch of aorta and its embryological basis. *Int J Anat Res.* 2014;2(3):537-540.
40. Takafuji T, Sato Y. Study on the subclavian artery and its branches in Japanese adults. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 1991;68(2-3):171-185. doi: https://doi.org/10.2535/ofaj1936.68.2-3_171
41. Sherman JH, Colborn GL. Absence of the left inferior thyroid artery: Clinical implications. *Clinical Anatomy.* 2003;16(6):534-537. doi: <https://doi.org/10.1002/ca.10195>
42. Ramesh Rao T, Balakrishnan R, Prakaschandra S, Suresh R. Ectopic Thyroid Tissue With a Rare Vascular Variation. *Int J Morphol.* 2007;25(1). doi: <https://doi.org/10.4067/S0717-95022007000100017>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Куприн Александр Александрович**, к.м.н. [Aleksandr A. Kuprin, MD, PhD]; адрес: Россия, 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2 [address: 61/2 Schepkina street, Moscow, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5810-2999>; eLibrary SPIN: 7950- 8820; e-mail: fishbig04@mail.ru

Малуя Виктор Юрьевич, д.м.н. [Viktor Y. Malyuga, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8757-3415>; eLibrary SPIN: 1303-6923; e-mail: malugav70@mail.ru

Степанова Елена Александровна, к.м.н. [Elena A. Stepanova MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9037-0034>; eLibrary SPIN: 5965-8784; e-mail: stepanovamoniki@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ:

Рукопись получена: 29.12.2021. Рукопись одобрена: 25.01.2022.
Received: 29.12.2021. Accepted: 25.01.2022.

ЦИТИРОВАТЬ:

Куприн А.А., Малуя В.Ю., Степанова Е.А. Артериальное кровоснабжение внутренних органов шеи: анатомия, топография, клиническое значение в эндокринной хирургии // *Эндокринная хирургия.* — 2021. — Т. 15. — № 3. — С. 4-22. doi: <https://doi.org/10.14341/serg12720>

TO CITE THIS ARTICLE:

Kuprin AA, Malyuga VY, Stepanova EA. Arterial blood supply of the internal neck organs: anatomy, topography, clinical significance in endocrine surgery. *Endocrine surgery.* 2021;15(3):4-22. doi: <https://doi.org/10.14341/serg12720>