

*На правах рукописи*

**ПАВЛОВ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ**

**ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ И ЕЁ ВЕТВЕЙ**

3.3.1. – Анатомия и антропология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Краснодар – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

**Байбаков Сергей Егорович**, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой нормальной анатомии.

**Официальные оппоненты:**

**Зенин Олег Константинович** — доктор медицинских наук, профессор, Медицинский институт Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», профессор кафедры анатомии человека.

**Лежнина Оксана Юрьевна** — доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор кафедры анатомии.

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г. в \_\_\_\_ ч. на заседании диссертационного совета 24.2.318.01 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С. И. Георгиевского по адресу: 295051 г. Симферополь, бульвар Ленина, 5/7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С. И. Георгиевского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» и на сайте <http://cfuv.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.318.01  
доктор медицинских наук, доцент

Зяблицкая Евгения Юрьевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Ангиология, как раздел дисциплины «анатомия человека», изучается анатомами и врачами с глубокой древности (Гален 200 г. н.э.; А. Везалий XVI в. н.э.). За такой огромный временной промежуток данные о топографии, морфометрических параметрах и ветвлении сосудов человеческого тела должны были исчерпывающе изучены и систематизированы. Однако, с появлением баз данных и современных методов прижизненной визуализации артерий и вен, значительно увеличилась частота обнаружения ранее не описанных и не классифицированных ветвлений сосудов. В настоящее время множество исследований посвящено изучению вариантной анатомии висцеральных ветвей брюшной аорты (Song, S.Y., 2010; Барсуков В.С., 2012; Быков П.М., 2019; Ethiraj, D., 2022 и др.), которые, к сожалению, не позволяют однозначно упорядочить и классифицировать знания о морфометрических характеристиках и топографии артерий брюшного отдела аорты. Большинство современных отечественных исследований отошли от использования кадаверного материала в сторону прижизненной визуализации сосудов с использованием лучевых методов диагностики (Лященко С.Н., 2011; Гайворонский И.В., 2021; Быков П.М., 2021 и др.). Такой метод как мультиспиральная компьютерная томография с внутрисосудистым контрастированием (МСКТ) позволяет анатомам расширить спектр изучения вариантной анатомии сосудистого русла крупных артериальных стволов и более точно составить представление о строении всей сердечно-сосудистой системы человека. Исследования вариантов нормального расположения сосудов помогают предсказать возможность развития аневризм различных отделов сосудистого русла (Бокерия Л.А., 2014; Вае, Е., 2017; Zhu, F. 2021). В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в морфологических исследованиях выступает применение обширных массивов морфометрических данных для обучения искусственных нейронных сетей, позволяющих автоматизировать процессы визуализации, классификации и выявления паттернов сосудистого ветвления независимо от анатомической локализации (Wiharto, W., 2019; Gárate-Escamilla, A.K., 2020).

Таким образом, следует признать актуальность научно-практической работы в направлении классификации и систематизации анатомических структур с использованием современных методов визуализации и статистической обработки.

**Степень разработанности темы исследования.** Современные анатомы и морфологи придают большое значение изучению морфометрических и возрастных показателей анатомии сосудистого русла (Коваленко Н.А., 2019, Введенский, Д.В., 2020; Быков П.М., 2021; Гришечкин, В.Ю., 2021). На сегодняшний день большой объем отечественных и зарубежных исследований предоставляют информацию о топографии и типах ветвления сосудов брюшной аорты (Venieratos, D., 2013, Балахнин П.В., 2014; Гайворонский И.В., 2021; Kot, A., 2022; Saldarriaga, B., 2023). Систематизированные данные о морфометрии, топографии и вариации ветвления всех висцеральных ветвей брюшной аорты на большой выборке исследований единичны. Также, отсутствуют данные о проведенных исследованиях с использованием современных статистических методов, таких как кластеризация. Обращение к большой базе данных МСКТ-грамм брюшной аорты с использованием современных методов визуализации определяет актуальность данного исследования.

**Цель исследования** - выявить межиндивидуальные варианты формы, размеров и топографии брюшной аорты и её крупных висцеральных ветвей для создания классификатора на основании морфометрических параметров.

### **Задачи исследования:**

1. Определить топографические интервалы точки начала и бифуркации брюшной аорты, а также уровни отхождения ветвей брюшной аорты.
2. Определить различия морфометрических параметров и взаиморасположения сосудов брюшной аорты на основе данных МСКТ-исследований в разных возрастных и половых группах.
3. Определить связь топографических уровней отхождения висцеральных ветвей брюшной аорты с полом и возрастом.
4. Выявить закономерности ветвления висцеральных ветвей брюшной аорты.
5. Провести кластеризацию морфометрических параметров брюшной аорты и её крупных висцеральных ветвей с целью создания классификатора на основании морфометрических параметров.

### **Научная новизна** исследования заключается в следующем:

- 1) впервые на основании анализа 1500 деперсонифицированных МСКТ-грамм были систематизированы и дополнены сведения о топографии и морфометрических параметрах висцеральных сосудов брюшной аорты;
- 2) разработана новая расширенная классификация вариантов нормы топологии аорты и её крупных висцеральных ветвей по 22 морфометрическим параметрам сосудов;
- 3) усовершенствована систематика вариантов ветвления висцеральных сосудов брюшной аорты в разных возрастных и половых группах, разработана типология селезёночной артерии по числу витков, а также выявлен ранее не описанный тип ветвления чревного ствола.
- 4) обнаружены определённые закономерности морфометрических параметров углов отхождения, диаметров и длин висцеральных ветвей брюшной аорты с полом и возрастом обследованных пациентов.

**Теоретическая и практическая значимость.** Полученные данные вносят вклад в учебные программы по нормальной и топографической анатомии, оперативной хирургии и рентгенологии, расширяя методическую базу для подготовки медицинских специалистов. Практическое значение работы заключается в детализации возрастных и половых особенностей топографо-морфометрических характеристик висцеральных ветвей брюшной аорты, что имеет непосредственное применение в сосудистой и абдоминальной хирургии, рентгеноэндоваскулярных вмешательствах. Результаты позволяют усовершенствовать существующие классификации сосудистых вариантов, снижая риск интраоперационных осложнений. Интеграция методов машинного обучения для анализа морфометрических параметров создает основу для разработки алгоритмов автоматизированного распознавания сосудистых аномалий, что соответствует принципам персонализированной медицины и цифровизации здравоохранения.

**Методология и методы исследования.** В качестве методологической и теоретической основы диссертационного исследования использовались труды отечественных и зарубежных ученых по анатомии человека, лучевой диагностике, абдоминальной и сосудистой хирургии. В качестве базисных методов использованы:

- 1) частные – лучевые методы диагностики – мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием брюшной аорты; морфометрия – измерение диаметра и линейных размеров сосудов с помощью цифровых компьютерных программ персональной станции врача – рентгенолога.
- 2) общенаучные методы – наблюдение, анализ, систематизация результатов.
- 3) статистические – обработка количественных данных с помощью персонального компьютера и специального программного обеспечения. С методологической точки зрения, исследование является целостным, системным, объективным, завершённым.

Исследование было одобрено независимым этическим комитетом при ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (протокол № 101 от 24.09.2021 г.)

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Топографические параметры брюшной аорты и её висцеральных ветвей демонстрируют четкие возрастные и половые закономерности: у мужчин в возрастной группе старше 60 лет отмечается краниальное смещение аортального отверстия и каудальное смещение бифуркации; у женщин с возрастом расширяются интервалы расположения аортального отверстия и бифуркации; устья непарных ветвей смещаются дистально в старших возрастных группах.

2. Морфометрические особенности брюшной аорты и её ветвей имеют статистически значимые различия в половых и возрастных группах: диаметры аорты увеличиваются с возрастом на всех уровнях; диаметр селезёночной артерии уменьшается с возрастом при увеличении количества её витков; все параметры, в одинаковых возрастных группах, кроме угла отхождения правой почечной артерии, имеют половые различия.

3. Типы архитектоники висцеральных ветвей брюшной аорты имеют значительную вариабельность с преобладанием типичного строения чревного ствола и половыми различиями в частоте встречаемости вариантов ветвления висцеральных сосудов аорты.

4. Многопараметрические данные на основе морфометрических характеристик брюшной аорты и её крупных висцеральных ветвей поддаются кластеризации, что позволяет классифицировать их в интерпретируемые классы и создавать на этой основе систематизированные типологии.

**Степень достоверности результатов проведённых исследований.** Результаты диссертационного исследования достоверны и обоснованы, что обеспечивается репрезентативностью и достаточным объемом изученного материала (1500 деперсонифицированных МСКТ-грамм), использованием широкого спектра адекватных решению поставленных задач методов исследования, корректным применением современных статистических методов обработки полученных данных. Сформулированные в диссертации выводы и практические рекомендации аргументированы и закономерно вытекают из проведенного анализа полученных данных.

**Внедрение результатов исследования в практику.** Основные результаты диссертационного исследования включены в учебную программу кафедры нормальной анатомии, кафедры лучевой диагностики №1 и кафедры хирургических болезней Кубанского государственного медицинского университета. Данные, полученные в результате исследования, и методики статистической обработки легли в основу создания программного комплекса для обработки данных сканирования, определения антропометрических показателей и формирования 3D моделей «БиоМехСканАнализатор» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025661366).

**Личный вклад автора в проведенное исследование.** Автором самостоятельно была обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, проведен всесторонний анализ доступной отечественной и зарубежной литературы по данному вопросу, и оценка 1500 МСКТ исследований, охватывающих брюшную аорту. На основании полученных результатов, исследователь стал соавтором программы для ЭВМ, используемой для обработки данных сканирования, определения антропометрических показателей и формирования 3D моделей. Также автор, используя современные методы, произвел самостоятельный статистический анализ полученных данных, разработал классификацию, основанную на кластеризации морфометрических параметров брюшной аорты, сформулировал выводы, положения, выносимые на защиту, а также практические рекомендации.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения работы представлены на научно-практической конференции с международным участием «Современная морфология и ее интеграция с клиническими дисциплинами» (Бухара, 2022), Всероссийской научной конференции с международным участием «Однораловские морфологические чтения» (Воронеж, 2022, 2023), I международном морфологическом симпозиуме (Воронеж, 2023), а также на X Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы медицинской науки и образования» (Пенза, 2024).

**Публикации.** По результатам диссертационного исследования опубликовано 10 печатных работ, 4 из них включены в перечень в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых базой данных Scopus.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 157 страницах машинописного текста и состоит из введения, главы обзора литературы, главы, посвященной описанию материала и методов исследования, двух глав результатов собственных исследований, главы обсуждения полученных результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций, а также списка литературы, включающего 145 источников (50 отечественных и 95 зарубежных) и приложений. Диссертация иллюстрирована 28 таблицами и 67 рисунками.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Материал и методы исследования.** Проведен ретроспективный анализ 1500 деперсонифицированных МСКТ-ангиограмм брюшной аорты (БА), выполненных на 256-срезовом томографе Siemens Somatom Definition Flash (128×0.6 мм коллимация, 0.5 с/оборот, 2.0 мм срезы) с последующей обработкой в Syngo.via (Vascular: Aorta CT). Исследование одобрено независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО КубГМУ МЗ РФ (протокол №101 от 24.09.2021). Критерии включения в исследование: возраст 22-74 года, отсутствие значимой сосудистой патологии. В результате отбора, в исследовании рассматривались архивные ангиограммы 916 мужчин и 327 женщин (1243 исследования). Стратификация по модифицированной классификации А.А. Маркосяна (Маркосян А.А., 1969) выделила три группы: молодой возраст ( $\leq 35$  лет, 39 мужчин/54 женщины), зрелый (36-60 лет, 385 мужчин/171 женщин) и пожилой ( $> 60$  лет, 492 мужчин/102 женщины). Для обеспечения сопоставимости данных между группами разного пола были применены единые возрастные интервалы.

Морфометрический анализ включал три категории параметров: 1) характеристики БА: диаметры на различных уровнях – на уровне отхождения чревного ствола (ДА); на уровне проксимальнее 5 мм отхождения почечных артерий (ДА5ПА); на уровне проксимальнее 5 мм бифуркации (ДА5Биф) и длина (ДЛИНБА); 2) Параметры висцеральных ветвей: диаметры и длины чревного ствола (ЧС), верхней/нижней брыжеечных (ДВБА/ДНБА) и почечных артерий (ДППА/ДЛПА). 3) Пространственные соотношения: межартериальные расстояния между центрами устьев (РЧСВБА, РВБАНБА, РНБАБИФ), углы отхождения ветвей (УголЧС, УголВБА, УголППА, УголЛПА) и аорто-мезентериальное расстояние (АМР).

Топографическая оценка включала определение скелетотопических уровней: начала и бифуркации БА, отхождения ЧС, ВБА, НБА и почечных артерий.



Рисунок 1. Дизайн исследования.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась на персональном компьютере с использованием пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics 23 (IBM, США), Excel 2016 (Microsoft, США), языка программирования Python. Нормальность распределения количественных переменных оценивали с использованием критериев Колмогорова-Смирнова (D) и Шапиро-Уилка (W). Параметры с нормальным распределением описывали через среднее арифметическое (M), стандартную ошибку средней (SEM) и стандартное отклонение (SD). Визуальный контроль распределения (гистограммы) дополнял формальные тесты на нормальность. Межгрупповые сравнения проводили с применением t-критерия Стьюдента для независимых выборок (при нормальном распределении) и U-критерия Манна-Уитни (при ненормальном распределении), с поправкой Бонферрони для множественных сравнений ( $\alpha=0,017$  для 3 групп). Статистическую значимость устанавливали при  $p<0,05$ . Учитывая дискуссионность проверки нормальности как обязательного условия для параметрических тестов (Алдобаев В.Н., 2021; Корнеев А.А., 2011), применяли оба подхода параллельно с последующим сравнительным анализом. Корреляционный анализ включал коэффициенты Пирсона (для линейных связей) и Спирмена (для нелинейных). Для снижения размерности данных использовали: 1) метод главных компонент (PCA) с анализом вклада исходных признаков; 2) нелинейную визуализацию t-SNE (Van der Maaten L., 2008); 3) кластеризацию k-средних с оптимизацией числа кластеров методом "локтя". Статистическую значимость межкластерных различий оценивали с помощью дисперсионного анализа (ANOVA). Все расчеты выполняли с учетом ограничений: снижения мощности критериев при малых выборках и риска ошибок I рода при неравных дисперсиях.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Топографические параметры в половом аспекте. Результаты исследования демонстрируют половые особенности

топографии брюшной аорты и её висцеральных ветвей. Наиболее частой локализацией начала БА оказался промежуток ThXII-LI (84,6%), с половыми различиями в крайних вариантах: верхняя треть ThXI чаще встречалась у женщин (1,5% против 0,3%), а средняя треть LI - у мужчин (3,8% против 0,9%). Бифуркация преимущественно локализовалась на уровне LIV-LV (93%), с доминированием нижней трети LIV (36,8%). Чревный ствол в 91,1% случаев отходил на уровне ThXII-LI, при этом его краниальная позиция (ThXII) встречалась равномерно у обоих полов, а каудальное смещение имело половые различия (LII у мужчин против LI-LII у женщин). ВБА преимущественно начиналась на уровне LI-LII (96,3%), с максимальной частотой в нижней трети LI (37,9%). НБА чаще отходила от LIII-LIV (92,3%), преимущественно от нижней трети LIII (32,5%). Почечные артерии демонстрировали асимметрию: правая чаще отходила от LI-LII (84,9%) с пиком на LII (35,6% мужчин, 48,5% женщин), левая - от LI-LII (93,6%) с аналогичным пиком на LII. Крайние варианты отхождения почечных артерий имели выраженные половые различия как в краниальном, так и в каудальном направлениях.

*Топографические параметры в возрастном и половом аспектах.* Анализ возрастной динамики *топографических параметров у мужчин* выявил следующие закономерности. В возрастной стратификации (I группа - 39, II - 385, III - 492 случая) начало брюшной аорты преимущественно локализовалось в сегменте ThXII-LI (I - 94,8%, II - 94,5%, III - 90,1%), демонстрируя тенденцию к каудальному смещению в старших группах. Бифуркация преимущественно определялась на уровне LIV-LV (I - 97,3%, II - 95,2%, III - 89,7%), с увеличением частоты низкого расположения в III группе (8,7%). Чревный ствол отходил преимущественно на уровне ThXII-LI, с максимальной частотой в верхней трети LI во всех группах (I - 43,6%, II - 33,9%, III - 34,9%). ВБА начиналась преимущественно в сегменте LI-LII, с пиком в нижней трети LI (33,3-34,0%). НБА отходила преимущественно от LIII-LIV, чаще от нижней трети LIII (I - 41,0%, III - 37,7%), причем каудальные варианты (LIV) встречались только во II-III группах (до 4,1%). Почечные артерии демонстрировали возрастную динамику: в I группе преобладало отхождение от нижней трети LI (правая - 46,2%, левая - 41,0%), тогда как в II-III группах - от верхней трети LII (36,7-36,9%). Каудальные варианты отхождения почечных артерий регистрировались исключительно в старших возрастных группах.

Исследование *топографических особенностей у женщин* выявило следующие закономерности. В возрастной стратификации (I группа - 54, II - 171, III - 102 случая) аортальное отверстие преимущественно локализовалось в сегменте ThXII-LI (I - 96,4%, II - 93,5%, III - 71,5%), с тенденцией к проксимальному смещению в старших группах. Наиболее частым уровнем начала брюшной аорты во всех группах была нижняя треть ThXII (27,8-36,3%). Бифуркация преимущественно определялась на уровне LIV-LV (I - 96,3%, II - 95,4%, III - 94,0%), с возрастными различиями в доминирующих уровнях: верхняя треть LV в I группе (33,3%) против нижней трети LIV во II-III группах (32,2-43,1%). Чревный ствол отходил преимущественно в сегменте ThXII-LI/LII, с максимальной частотой в верхней трети LI (31,5-48,0%), причем краниальные варианты (ThXII) встречались только в I группе (7,4%). ВБА начиналась преимущественно в промежутке LI-LII, с возрастной динамикой доминирующего уровня: средняя треть LI в I группе (29,6%) против нижней трети LI во II-III группах (37,4-44,1%). НБА отходила преимущественно от



LIII-LIV (95,1-99,4%), чаще от нижней трети LII (23,5-30,4%), с появлением крайних вариантов только в III группе. Почечные артерии демонстрировали асимметрию: правая - от LI-LII/LIII с пиком в верхней трети LII (40,7-56,0%), левая - от LI-LIII с аналогичным пиком в верхней трети LII (35,2-48,8%), но в более каудальном диапазоне.

Анализ топографии выявил сходное распределение параметров висцеральных ветвей брюшной аорты у обоих полов, однако у женщин отмечено статистически значимое проксимальное смещение устьев большинства ветвей. Возрастная динамика у мужчин характеризовалась максимальной вариабельностью топографических параметров в III возрастной группе с четкой тенденцией к краниальному смещению начала аорты и каудальному смещению бифуркации. Висцеральные ветви демонстрировали менее выраженную возрастную динамику, за исключением чревного ствола и нижней брыжеечной артерии, у которых наблюдалось увеличение вариабельности уровня отхождения в старших группах. Особенности топографии почечных артерий включали более краниальное расположение их устьев в I возрастной группе и постоянное превалирование правой артерии по уровню отхождения. Наиболее частой локализацией устьев почечных артерий во всех возрастных группах была верхняя треть LII позвонка. Полученные данные подчеркивают значительную возрастную изменчивость топографии аорты и её ветвей, что имеет важное значение для хирургического планирования и интерпретации лучевых исследований.

*Вариантная анатомия чревного ствола.* Варианты ветвления ЧС рассматривались в рамках классификации, разработанной R. Uflacker (1994). Типы ветвления, описанные в классификации, отмечались в 1145 наблюдениях (рисунок 2).

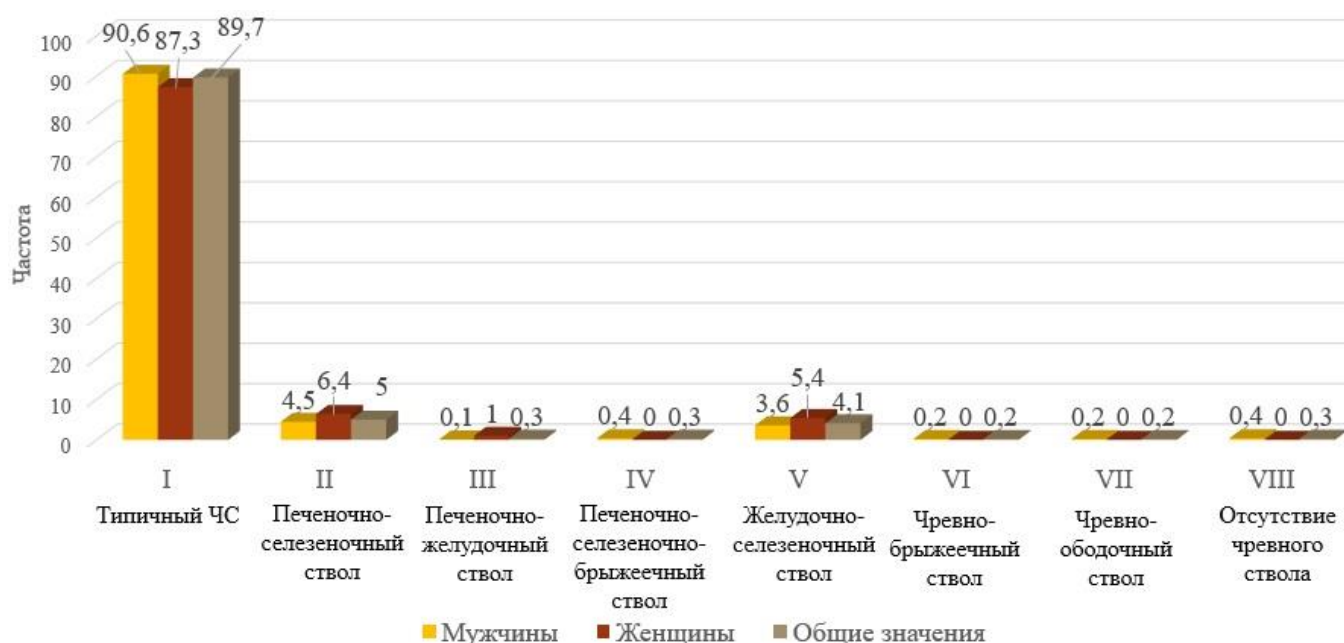


Рисунок 2. Распределение вариантов ветвления чревного ствола, согласно классификации R. Uflacker (1994).

Согласно полученным результатам, наиболее частым вариантом ветвления ЧС был определён I тип – типовой классический ЧС с делением на 3 основные ветви: левую желудочную (ЛЖА), общую печёночную (ОПА) и селезёночную артерии (СА). Такой тип встречался в 89,7% всех наблюдений (90,6% у мужчин и 87,3% у женщин). Соответственно,

общая частота остальных атипичных вариантов составила 10,3% (9,4% у мужчин и 12,7% у женщин). Самым часто встречаемым из атипичных вариантов ЧС для обоих полов определялся II тип (5% – 57 наблюдений), при котором формировался печёчно-селезёночный ствол, а ЛЖА самостоятельно отходила от БА. Такой тип отмечался в 4,5% случаев (37 наблюдений) у мужчин и в 6,4% (20 наблюдений) у женщин. Вторым по частоте встречаемости был определён V тип (4,1% – 47 наблюдений), при котором ЛЖА и СА формировали желудочно-селезёночный ствол, а ОПА самостоятельно отходила от БА (3,6% – 30 наблюдений у мужчин и 5,4% – 17 наблюдений у женщин). Исследование выявило половые различия в вариантах ветвления чревного ствола. У женщин обнаружены исключительно II, III и V типы по классификации R. Uflacker (1994), тогда как у мужчин зафиксированы все возможные варианты. Наиболее редким среди мужчин оказался III тип (0,1%), характеризующийся формированием печёчно-желудочного ствола из ОПА и ЛЖА при отхождении СА непосредственно от аорты. VIII тип (агенезис ЧС) отмечен только у мужчин (0,3% случаев).

Исследование вариантов артериального кровоснабжения печени рассматривалось по общепринятой классификации N. Michels (1955) (рисунок 3). В 1135 наблюдениях (822 мужчины и 313 женщин) нормальная анатомия (I тип) встречалась в 73,7% случаев (914 наблюдений), с гендерными различиями: 71,4% у мужчин против 80,2% у женщин. Атипичные варианты составили 26,3%, включая 105 неклассифицированных случаев. Среди аномалий у мужчин преобладал II тип (4,5%) с отхождением замещающей левой печеночной артерии от ЛЖА, тогда как наиболее редким (0,3%) был VIII тип с комбинированным происхождением добавочной левой печеночной артерии от ЛЖА и замещающей правой печеночной артерии от ВБА. У женщин доминировал V тип (5,5%) с добавочной левой печеночной артерией от левой желудочной, тогда как IV и VIII типы встречались минимально (0,3%), а VII тип не наблюдался. Полученные данные демонстрируют значимую половую диспропорцию в распределении вариантов артериального кровоснабжения печени.

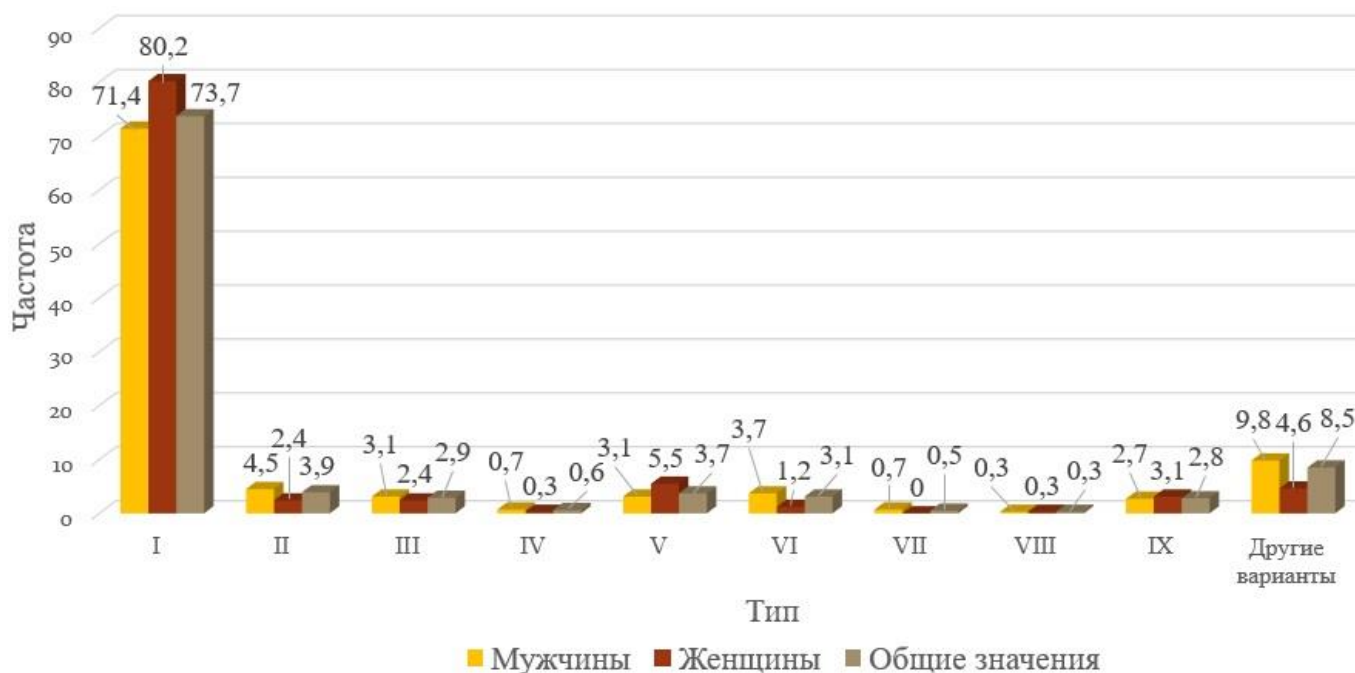


Рисунок 3. Распределение вариантов артериального кровоснабжения печени по классификации N. Michels (1955).

В ходе исследования выявлены неклассифицированные варианты ветвления ЧС (рисунок 4). В 93 случаях (80 мужчин/13 женщин) наблюдалась квадрифуркация с отхождением одной нижней диафрагмальной артерии от верхней полуокружности ЧС. В 6 наблюдениях зафиксирована пентафуркация с двумя нижними диафрагмальными артериями при сохранении трёх классических ветвей. Отмечены три случая атипичного ветвления с самостоятельным отхождением правой печеночной артерии от ЧС при наличии ОПА, дающей начало гастродуоденальной и левой печеночной артериям. В двух наблюдениях (1 мужчины/1 женщины) нижняя диафрагмальная артерия отходила от печёочно-селезёночного ствола, тогда как ЛЖА брала начало непосредственно от БА.

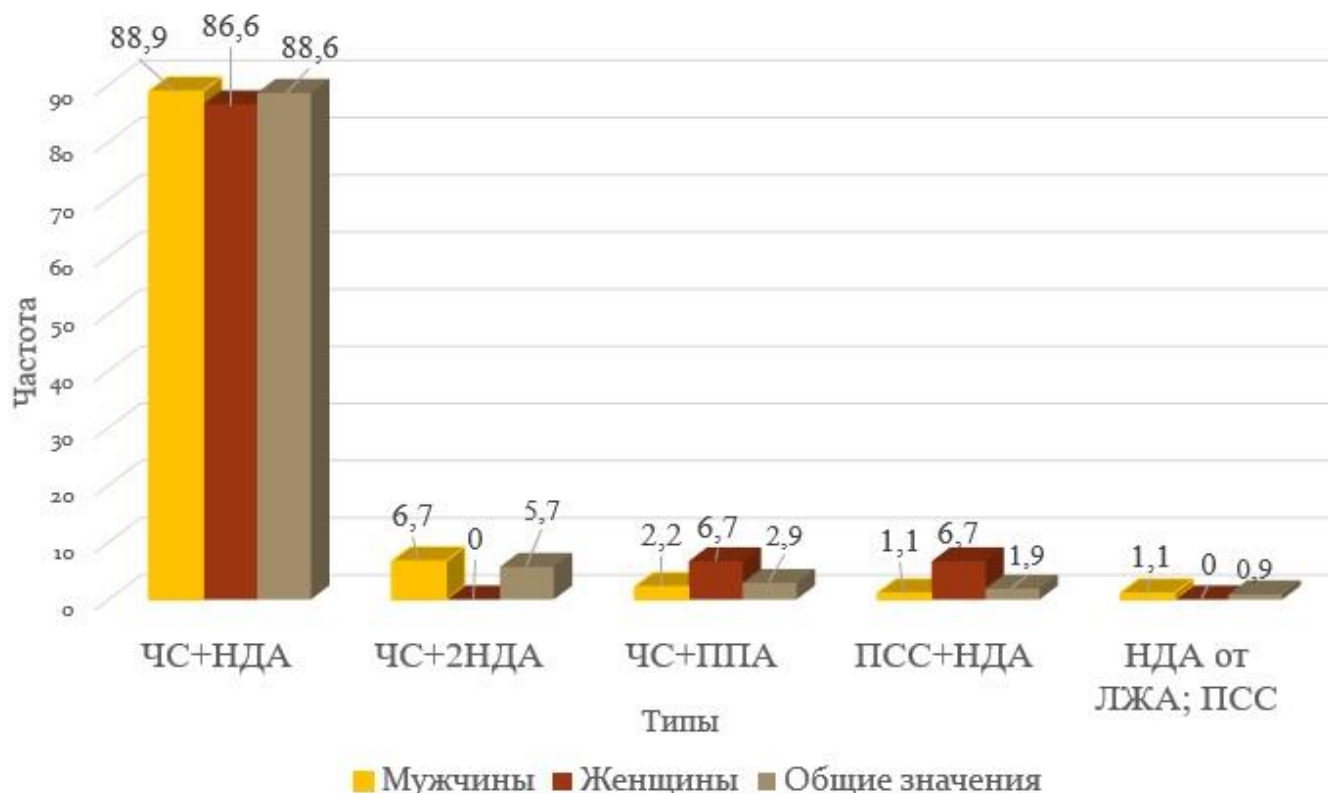


Рисунок 4. Распределение неклассифицированные варианты ветвления чревного ствола по полу.

Примечание: ЧС – чревный ствол; НДА – нижняя диафрагмальная артерия; ППА – правая печеночная артерия; ПСС – печёочно-селезёночный ствол; ЛЖА – левая желудочная артерия.

*Извитость селезёночной артерии.* Анализ вариантной анатомии чревного ствола выявил значительную вариабельность архитектоники селезёночной артерии, варьирующей от классического прямого хода до выраженной спиралевидной конфигурации (рисунок 5). Благодаря возможностям прижизненной 3D-визуализации удалось систематизировать 6 типов строения селезёночной артерии по количеству полных оборотов ("петель Вейзера"): от 0 (24,3% случаев) до 5 витков (1,5% наблюдений). Наиболее распространённым оказался вариант с 1 витком (38,4%), тогда как извитые формы ( $\geq 1$  виток) преобладали в 75,7% исследований. Статистический анализ не выявил значимых половых различий в распределении типов архитектоники.

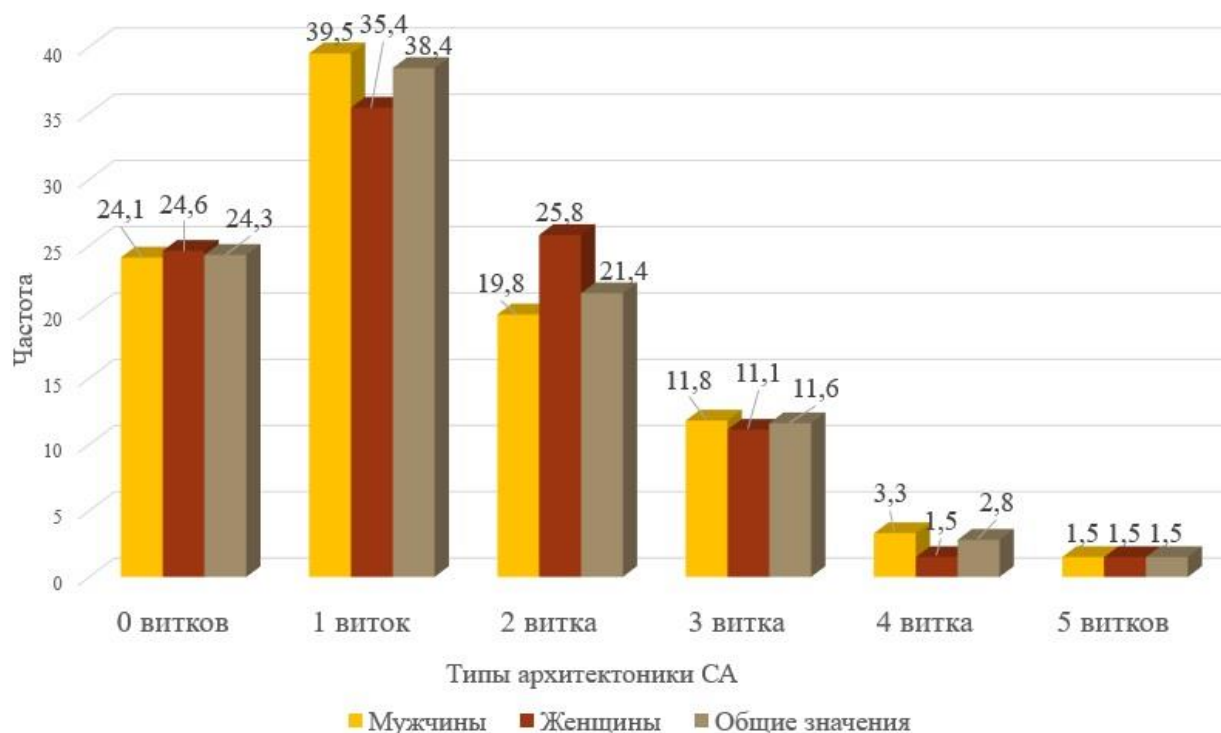


Рисунок 5. Распределение типов архитектуры селезёночной артерии по полу.

Статистический анализ с использованием рангового коэффициента Спирмена выявил достоверную положительную корреляцию между количеством витков селезёночной артерии и её диаметром ( $p=0,004$ ), а также менее выраженную, но статистически значимую связь с возрастом пациентов ( $p=0,021$ ).

*Вариантная анатомия добавочных почечных артерий.* Добавочные почечные артерии были обнаружены в 16,5% от всех наблюдений (205 исследований – 174 мужчины и 31 женщина) (рисунок 6).

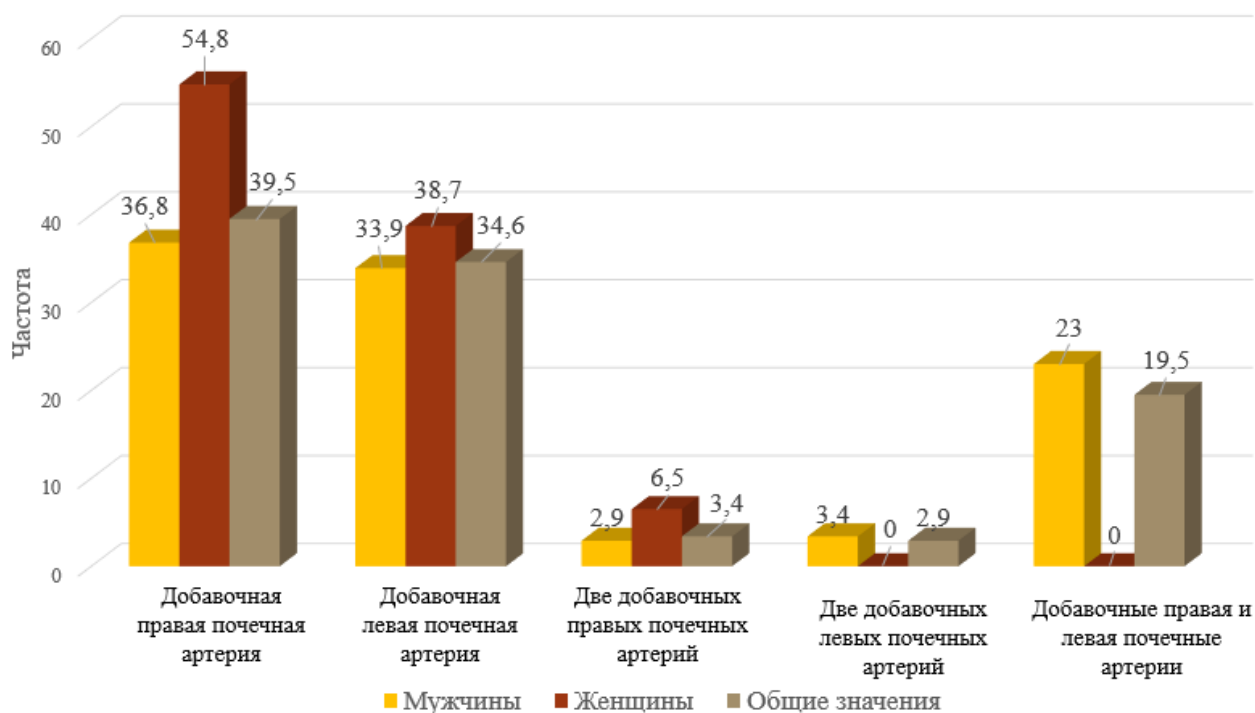


Рисунок 6. Распределение типов добавочных почечных артерий по полу.

Анализ вариантов добавочных почечных артерий выявил полиморфизм их топографии, включая односторонние, билатеральные и множественные (до двух на одной стороне) варианты отхождения. Наиболее распространённой конфигурацией оказалась единственная добавочная правая почечная артерия (39,5%, n=81), за которой следовала единственная добавочная левая артерия (34,6%, n=71). Наиболее редкими формами были: отхождение двух добавочных артерий слева (2,9%, n=6) и билатеральное их расположение, встречавшиеся исключительно у мужчин. Двустороннее отхождение двух добавочных правых артерий (6,5%, n=7) представляло наименее распространённый вариант среди женщин.

*Морфометрические параметры аорты и её ветвей.* В результате проведенного исследования были получены данные морфометрических параметров аорты и её крупных висцеральных ветвей, в общей сложности 22 параметра. Полученные материалы были разделены по возрасту (на 3 возрастные группы) и полу. Средние значения и стандартные отклонения для каждого из параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1. Средние значения и стандартные отклонения морфометрических параметров брюшной аорты в разных возрастных и половых группах.

| Параметр     | Пол     | Возрастные группы |              |              |
|--------------|---------|-------------------|--------------|--------------|
|              |         | 1                 | 2            | 3            |
| Возраст, год | женский | 26,89 ± 4,47      | 50,01 ± 6,97 | 66,50 ± 4,03 |
|              | мужской | 28,62 ± 5,05      | 52,76 ± 6,07 | 66,56 ± 3,92 |
| ДА, см       | женский | 1,79 ± 0,18       | 2,03 ± 0,19  | 2,22 ± 0,23  |
|              | мужской | 2,02 ± 0,20       | 2,24 ± 0,21  | 2,38 ± 0,24  |
| ДА5ПА, см    | женский | 1,66 ± 0,17       | 1,85 ± 0,18  | 1,98 ± 0,22  |
|              | мужской | 1,87 ± 0,21       | 2,03 ± 0,20  | 2,15 ± 0,23  |
| ДА5Биф, см   | женский | 1,52 ± 0,17       | 1,63 ± 0,21  | 1,77 ± 0,23  |
|              | мужской | 1,67 ± 0,19       | 1,77 ± 0,20  | 1,89 ± 0,24  |
| ДЛИНБА, см   | женский | 13,20 ± 1,27      | 13,07 ± 1,17 | 13,48 ± 1,54 |
|              | мужской | 13,45 ± 1,33      | 13,88 ± 1,44 | 14,50 ± 1,60 |
| ДЧС, мм      | женский | 6,50 ± 0,88       | 6,55 ± 1,03  | 6,72 ± 0,92  |
|              | мужской | 7,39 ± 0,76       | 7,01 ± 1,06  | 7,02 ± 1,12  |
| ДЛИНЧС, см   | женский | 2,61 ± 0,59       | 2,68 ± 0,54  | 2,93 ± 0,55  |
|              | мужской | 2,82 ± 0,62       | 2,87 ± 0,61  | 3,05 ± 0,67  |
| ДЛЖА, мм     | женский | 2,78 ± 0,36       | 2,91 ± 0,53  | 2,97 ± 0,62  |
|              | мужской | 3,02 ± 0,49       | 3,29 ± 0,57  | 3,03 ± 0,65  |
| ДСА, мм      | женский | 5,64 ± 0,74       | 5,17 ± 0,90  | 5,19 ± 0,89  |
|              | мужской | 5,95 ± 0,67       | 5,39 ± 0,94  | 5,45 ± 1,00  |
| ДОП, мм      | женский | 4,98 ± 0,86       | 4,58 ± 0,89  | 4,64 ± 0,86  |
|              | мужской | 5,33 ± 0,84       | 5,08 ± 0,95  | 4,98 ± 1,01  |
| ДВБА, мм     | женский | 6,29 ± 0,68       | 6,21 ± 0,88  | 6,59 ± 0,92  |
|              | мужской | 7,43 ± 1,05       | 7,16 ± 1,00  | 7,29 ± 1,06  |
| ДВБА5ПОА, мм | женский | 4,12 ± 0,68       | 4,40 ± 0,76  | 4,61 ± 0,83  |
|              | мужской | 5,17 ± 1,20       | 4,91 ± 0,86  | 5,00 ± 0,90  |
| ДНБА, мм     | женский | 3,10 ± 0,41       | 3,20 ± 0,60  | 3,27 ± 0,55  |
|              | мужской | 3,39 ± 0,68       | 3,59 ± 0,66  | 3,57 ± 0,72  |
| ДППА, мм     | женский | 4,93 ± 0,55       | 4,85 ± 0,75  | 5,13 ± 0,76  |
|              | мужской | 5,74 ± 0,65       | 5,50 ± 0,87  | 5,47 ± 0,95  |

Продолжение таблицы 1.

|                 |         |               |               |               |
|-----------------|---------|---------------|---------------|---------------|
| ДЛПА, мм        | женский | 5,13 ± 0,63   | 4,84 ± 0,83   | 4,89 ± 0,83   |
|                 | мужской | 5,68 ± 0,77   | 5,45 ± 0,89   | 5,34 ± 0,95   |
| РЧСВБА, см      | женский | 1,70 ± 0,21   | 1,76 ± 0,29   | 1,77 ± 0,33   |
|                 | мужской | 1,78 ± 0,37   | 1,92 ± 0,43   | 1,94 ± 0,45   |
| РВБАНБА, см     | женский | 7,37 ± 0,97   | 7,32 ± 1,16   | 7,50 ± 1,32   |
|                 | мужской | 7,61 ± 1,14   | 7,75 ± 1,13   | 8,05 ± 1,26   |
| РНБАБиф, см     | женский | 3,70 ± 0,83   | 3,64 ± 0,76   | 3,81 ± 1,00   |
|                 | мужской | 3,71 ± 0,73   | 3,86 ± 1,05   | 4,11 ± 1,14   |
| УголЧС, градус  | женский | 52,81 ± 17,35 | 56,55 ± 17,52 | 57,12 ± 19,17 |
|                 | мужской | 57,92 ± 19,53 | 53,88 ± 22,65 | 53,77 ± 21,79 |
| УголВБА, градус | женский | 54,04 ± 13,90 | 58,37 ± 16,70 | 56,96 ± 18,94 |
|                 | мужской | 58,03 ± 18,36 | 61,82 ± 16,63 | 64,18 ± 17,66 |
| АМР, см         | женский | 1,52 ± 0,32   | 1,78 ± 0,52   | 1,78 ± 0,59   |
|                 | мужской | 1,94 ± 0,70   | 2,39 ± 0,95   | 2,50 ± 0,97   |
| УголППА, градус | женский | 58,48 ± 12,21 | 63,46 ± 16,49 | 62,32 ± 17,17 |
|                 | мужской | 64,08 ± 15,83 | 64,07 ± 14,73 | 64,27 ± 16,65 |
| УголЛПА, градус | женский | 63,89 ± 11,38 | 70,26 ± 15,47 | 69,29 ± 15,58 |
|                 | мужской | 75,31 ± 12,74 | 72,26 ± 13,32 | 71,83 ± 15,17 |

Примечание к таблицам 1 – 5: ДА – диаметр аорты на уровне отхождения чревного ствола; ДА5ПА – диаметр аорты на уровне проксимальнее 5 мм отхождения почечных артерий или одной из почечных артерий; ДА5Биф – диаметр аорты на уровне проксимальнее 5 мм бифуркации; ДлинБА – длина брюшной аорты; ДЧС – диаметр чревного ствола; ДлинЧС – длина чревного ствола; ДЛЖА – диаметр левой желудочной артерии; ДСА – диаметр селезеночной артерии; ДОП – диаметр общей печеночной артерии; ДВБА – диаметр верхней брыжеечной артерии; ДВБА5ПОА – диаметр верхней брыжеечной артерии на уровне 5 мм дистальнее устья подвздошно-ободочной артерии; ДНБА – диаметр нижней брыжеечной артерии; ДППА – диаметр правой почечной артерии; ДЛПА – диаметр левой почечной артерии; РЧСВБА – расстояние между центрами устьев чревного ствола и верхней брыжеечной артерии; РВБАНБА – расстояние между центрами устьев верхней и нижней брыжеечных артерий; РНБАБиф – расстояние между центром устья нижней брыжеечной артерии и бифуркации аорты; АМР – аорто-мезентериальное расстояние; УголЧС – угол отхождения чревного ствола; УголВБА – угол отхождения верхней брыжеечной артерии; УголППА – угол отхождения правой почечной артерии; УголЛПА – угол отхождения левой почечной артерии.

Установлены статистически значимые различия между полами по всем параметрам, кроме углов отхождения чревного ствола (УголЧС) и правой почечной артерии (УголППА). Диаметры аорты и ее ветвей были достоверно больше у мужчин во всех возрастных группах ( $p < 0.05$ ). Возрастной анализ показал увеличение диаметров аорты (ДА, ДА5ПА, ДА5Биф) с возрастом у обоих полов ( $p < 0,001$ ). У мужчин после 60 лет значимо увеличивалась длина брюшной аорты, тогда как у женщин отмечался рост диаметров правой почечной и верхней брыжеечной артерий. Выявлены особенности возрастной динамики: до 35 лет отсутствовали половые различия по длине аорты и относительным параметрам, а после 60 лет исчезали различия по диаметру левой желудочной артерии. Для углов отхождения ветвей и некоторых относительных параметров (ДлинЧС, ДСА, УголЧС и УголЛПА) обнаружены противоречия между критериями, требующие дополнительного анализа. Корреляционный анализ подтвердил сильную положительную



связь возраста с диаметрами аорты ( $p < 0,001$ ), более выраженную у женщин. Полученные данные подчеркивают необходимость учета половых и возрастных особенностей при оценке морфометрических параметров сосудистой системы.

*Кластеризация морфометрических параметров аорты и её ветвей.* Применение метода k-средних с определением оптимального числа кластеров через анализ внутрикластерной дисперсии (elbow method) продемонстрировало свою эффективность в исследовании 22 параметров аорты и её ветвей. Предварительный анализ признакового пространства с использованием t-SNE выявил три класса признаков: 1) метрические параметры аорты, 2) параметры висцеральных ветвей, 3) характеристики отхождения ветвей (рисунок 7).

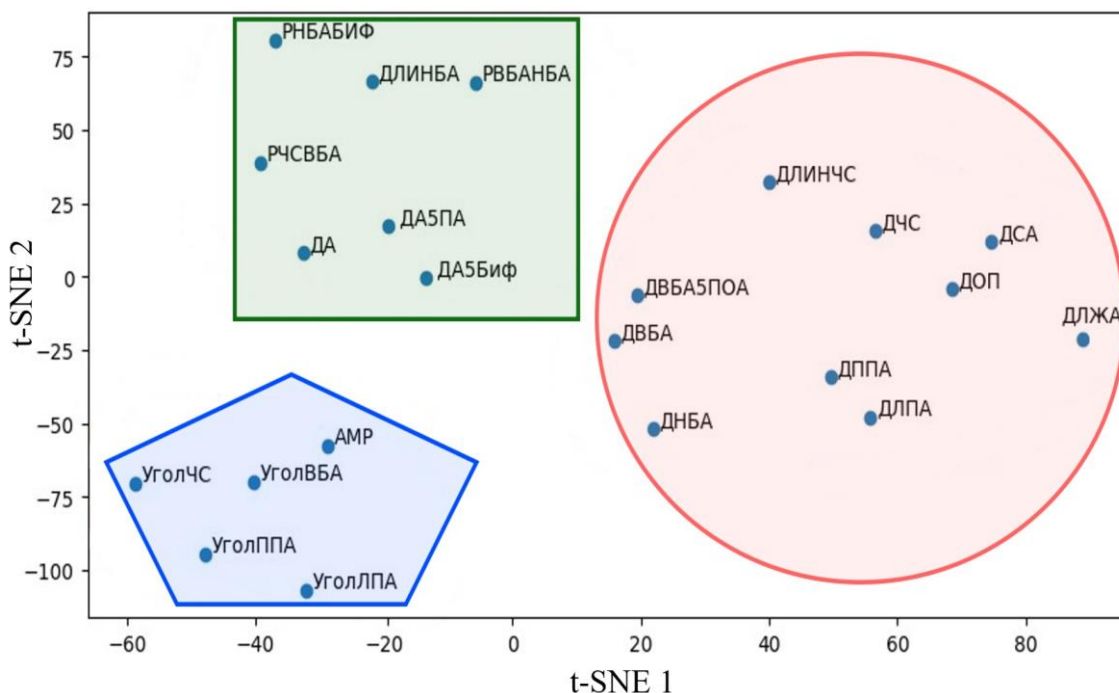


Рисунок 7. Визуализация групп параметров при помощи t-SNE техники.

*Первый этап. Результаты кластеризации морфометрических параметров аорты* показали значимые межгрупповые различия (таблица 2).

Таблица 2. Медианы параметров внутри кластеров.

| Параметр    | Кластер |             |       |              |
|-------------|---------|-------------|-------|--------------|
|             | 1       | 2           | 3     | 4            |
| ДА, см      | 2,21    | 2,26        | 2,11  | <b>2,41</b>  |
| ДА5ПА, см   | 1,99    | 2,04        | 1,88  | <b>2,19</b>  |
| ДА5Биф, см  | 1,74    | 1,81        | 1,69  | <b>1,92</b>  |
| ДЛИНБА, см  | 13,77   | 14,11       | 12,24 | <b>16,05</b> |
| РЧСВБА, см  | 1,81    | 1,89        | 1,71  | <b>2,01</b>  |
| РВБАНБА, см | 8,38    | 7,21        | 6,78  | <b>8,93</b>  |
| РНБАБИФ, см | 3,15    | <b>4,62</b> | 3,41  | 4,42         |

Кластеры 3 и 4 дифференцировались по большинству морфометрических показателей, за исключением параметра РНБАБИФ, который служил ключевым маркером для различения кластеров 1 и 2. Четвертый кластер характеризовался максимальными значениями диаметров, длины аорты и особенностями топографии непарных ветвей.

Второй кластер отличался максимальными значениями РНБАБИФ при умеренных остальных показателях, тогда как третий кластер объединял наблюдения с минимальными значениями большинства параметров.

*Второй этап.* Анализ морфометрических параметров ветвей ЧС и его ветвей методом t-SNE выявил три кластера с частичным перекрытием между 1-2 и 2-3 группами (рисунок 8). ANOVA показал статистически значимые различия между кластерами ( $p \leq 0,05$ ), причем наибольшую дискриминативную способность проявили параметры ДСА ( $F=1056,96$ ), ДЧС ( $F=957,24$ ) и ДОП ( $F=838,89$ ). Наблюдалась четкая корреляция: увеличение диаметра чревного ствола сопровождалось ростом параметров его ветвей. Кластер 1 содержал минимальные значения, кластер 3 - максимальные, тогда как кластер 2 ( $n=536$ ) демонстрировал средние показатели (таблица 3). Кластеризация диаметров остальных измеряемых ветвей БА также выявила 3 кластера с достоверными различиями ( $p \leq 0,05$ ), где параметр ДВБА показал наибольшую дискриминативную способность ( $F=1017,72$ ). Кластер 3 был наиболее многочисленным ( $n=548$ ), кластер 1 содержал минимальные значения, а кластер 2 ( $n=325$ ) – максимальные (таблица 4).

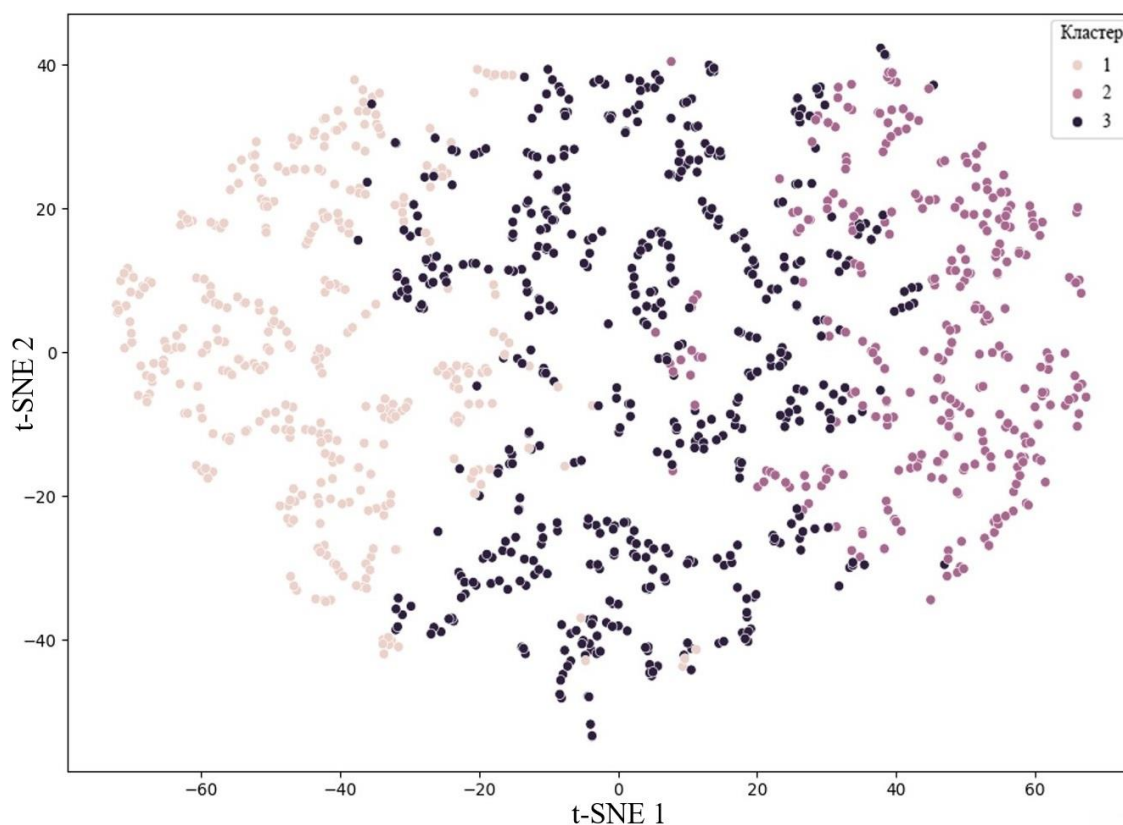


Рисунок 8. Отображение кластеризации методом k-средних на визуализации данных, полученных при помощи t-SNE техники (параметры ветвей аорты).

Таблица 3. Медианы параметров ЧС внутри кластеров.

| Параметр   | Кластер |            |             |
|------------|---------|------------|-------------|
|            | 1       | 2          | 3           |
| ДЛИНЧС, см | 2,53    | 2,91       | <b>3,31</b> |
| ДЧС, мм    | 5,86    | 6,97       | <b>8,11</b> |
| ДЛЖА, мм   | 2,71    | 3,12       | <b>3,44</b> |
| ДСА, мм    | 4,47    | 5,46       | <b>6,45</b> |
| ДОП, мм    | 4,02    | 4,90       | <b>6,04</b> |
| N          | 376     | <b>536</b> | 312         |



*Третий этап.* Анализ параметров отхождения ветвей (3 кластера) показал статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ) с максимальной дискриминацией по УголЧС ( $F=1009,53$ ) (таблица 5). Кластер 1 характеризовался наибольшими углами отхождения чревного ствола и верхней брыжеечной артерии, кластер 2 - минимальными значениями большинства параметров, а кластер 3 - наименьшим УголЧС при максимальных углах отхождения почечных артерий.

Таблица 4. Медианы параметров ветвей брюшной аорты внутри кластеров.

| Параметр     | Кластер |             |            |
|--------------|---------|-------------|------------|
|              | 1       | 2           | 3          |
| ДВБА, мм     | 5,88    | <b>8,10</b> | 7,02       |
| ДВБА5ПОА, мм | 4,06    | <b>5,63</b> | 4,82       |
| ДНБА, мм     | 3,01    | <b>3,86</b> | 3,46       |
| ДППА, мм     | 4,61    | <b>6,18</b> | 5,33       |
| ДЛПА, мм     | 4,53    | <b>6,18</b> | 5,20       |
| N            | 342     | 325         | <b>548</b> |

Таблица 5. Медианы параметров отхождения ветвей брюшной аорты внутри кластеров.

| Параметр      | Кластер     |            |             |
|---------------|-------------|------------|-------------|
|               | 1           | 2          | 3           |
| УголЧС, град  | <b>79,0</b> | 45,0       | 43,5        |
| УголВБА, град | <b>75,0</b> | 49,0       | 62,0        |
| УголППА, град | 69,0        | 52,0       | <b>70,0</b> |
| УголЛПА, град | 73,0        | 60,5       | <b>81,0</b> |
| АМР, см       | <b>2,61</b> | 1,76       | 2,04        |
| N             | 355         | <b>452</b> | 408         |

**Заключение.** Проведенное исследование расширило существующие представления о вариантной анатомии брюшной аорты и ее висцеральных ветвей, выявив гендерные и возрастные особенности. Установлено проксимальное расположение устьев магистральных сосудов у женщин, причем в возрастной группе до 35 лет отмечена более высокая локализация висцеральных ветвей по сравнению со старшими возрастными группами, что не наблюдалось у мужчин. Частота анатомических вариаций чревного ствола составила 10,3%, при этом впервые описан уникальный вариант ветвления с формированием печеночно-селезеночного ствола и самостоятельным отхождением левой желудочной артерии от аорты. Разработана новая классификация селезеночной артерии по количеству витков, выявлена положительная корреляция между возрастом, диаметром и степенью извитости сосуда. Применение методов кластеризации позволило впервые систематизировать морфометрические параметры аорты и ее ветвей, создав основу для разработки алгоритмов искусственного интеллекта в ангиографической диагностике. Полученные данные демонстрируют значительные возрастные изменения диаметра аорты, более выраженные у женщин, и открывают новые перспективы для создания автоматизированных систем анализа сосудистой архитектоники.

## ВЫВОДЫ

1. Установлены типичные топографические интервалы аортального отверстия диафрагмы (от средней трети ThXII позвонка до верхней трети LI позвонка в 84,6% случаев), бифуркации аорты (от верхней трети LIV до верхней трети LV позвонка в 93% случаев), устьев чревного ствола (от нижней трети ThXII до нижней трети LI позвонка в 91,1% случаев), верхней брыжеечной артерии (от верхней трети LI до верхней трети LII позвонка в 96,3%), нижней брыжеечной артерии (от верхней трети LIII до верхней трети LIV позвонка в 92,3% случаев), левой почечной артерии (от нижней трети LI до нижней трети LII позвонка в 93,6% случаев) и правой почечной артерии (от нижней трети LI до средней трети LII позвонка в 84,9% случаев).
2. Значения всех морфометрических параметров различны для мужчин и женщин, кроме угла отхождения правой почечной артерии. Для возрастных групп, независимо от пола, статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ) были обнаружены у параметров брюшной аорты, что говорит об увеличении диаметров аорты на разных уровнях с возрастом, тогда как диаметр висцеральных ветвей изменяется менее выражено. Исключением стал диаметр селезёночной артерии, диаметр которой уменьшался с возрастом.
3. У мужчин топографические параметры аорты имеют большую вариабельность в старшей возрастной группе, с тенденцией к смещению аортального отверстия краниально, а бифуркации каудально. Диаметр чревного ствола у мужчин в молодом возрасте больше, чем в старших возрастных группах ( $p \leq 0,05$ ). У женщин наблюдается расширение интервалов расположения аортального отверстия и бифуркации аорты с возрастом. Устья непарных висцеральных ветвей брюшной аорты имеют тенденцию к смещению дистально в старших возрастных группах у обоих полов ( $p \leq 0,05$ ).
4. Типичная анатомия чревного ствола отмечалась в 89,7% случаев, частота остальных атипичных вариантов составила 10,3%. Обнаружен новый анатомический вариант: раздельное отхождение печёочно-селезёночного ствола и левой желудочной артерии от брюшной аорты, при котором от последней отходила одна нижняя диафрагмальная артерия. Разработана классификация селезёночной артерии на основании количества её витков. Выявлена положительная корреляция её диаметра и количеством витков с возрастом.
5. В ходе исследования разработана инновационная 4-кластерная модель распределения морфометрических параметров брюшной аорты. Для чревного ствола и его ветвей выделено 3 кластера. Для других висцеральных ветвей проведена двойная кластеризация: 1) по морфометрическим параметрам (3 кластера); 2) по топографическим характеристикам (3 кластера). Кластеры демонстрируют статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ) по всем ключевым параметрам. Внутри каждого кластера параметры распределяются по определённым закономерностям. Модель позволяет классифицировать новые наблюдения, относящиеся к нормальным показателям, отличать патологию, не входящую в интервалы нормальных значений, а также прогнозировать переход между классами при возрастных изменениях.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Частота встречаемости атипичных вариантов архитектуры чревного ствола требует тщательной предоперационной подготовки с обязательным проведением МСКТ-ангиографии в подготовительных процедурах перед проведением оперативного вмешательства.

2. Для изучения вариантной анатомии и топографических особенностей висцеральных ветвей брюшной аорты целесообразно использовать 3D-рендеринг и MIP-реконструкции.

3. Для измерения морфометрических параметров сосудов брюшной аорты требуются измерения во всех проекциях, для фиксации точного диаметра и длины сосуда.

4. Возможности кластеризации, как метода классификации, позволяют находить закономерности и определять типы анатомии брюшной аорты и её ветвей. Использование данного метода с большими базами данных позволит создать новые и дополнить существующие классификации.

### Список работ, опубликованных по теме диссертации:

#### Список статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Байбаков С.Е., Кластеризация морфометрических параметров брюшной аорты и ее висцеральных ветвей. / С.Е. Байбаков, С.П. Павлов // Медицинский вестник Северного Кавказ. – 2023. – №1 (18). – С. 74-77.
2. Вариантная анатомия и морфометрическая характеристика чревного ствола и его ветвей по данным мультиспиральной компьютерной томографии / **С.П. Павлов**, С.Е. Байбаков, Е.И. Зяблова, И.Г. Носуля // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2023. – №4 (12). – С. 62-67.
3. **Павлов С.П.**, Возрастные и половые особенности морфометрических показателей органных ветвей брюшной аорты по данным мультиспиральной компьютерной ангиографии / **С.П. Павлов**, С.Е. Байбаков // Морфологические ведомости. – 2024. – №1 (32). – ID. 851.
4. Investigation of Relationship between Hemodynamic and Morphometric Characteristics of Aortas in Pediatric Patients / O.V. Doroshenko, A.G. Kuchumov, M.V. Golub, I.O. Rakisheva, N.A. Skripka, **S.P. Pavlov** [et al.] // Journal of Clinical Medicine. – 2024. – Vol. 13. – ID. 5141.

#### В иных изданиях:

1. Байбаков С.Е., «Вариантная анатомия и морфометрическая характеристика чревного ствола». / С.Е. Байбаков, **С.П. Павлов** // Научно-реферативный журнал «Tibbiyotda yangi kun». – 2022. – №3 (41). – С. 415-418.
2. Байбаков С.Е., Вариантная анатомия чревного ствола. / С.Е. Байбаков, **С.П. Павлов** // Однораловские морфологические чтения. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Научное медицинское общество анатомов, гистологов и эмбриологов России. – 2022. – С. 13-15.

3. **Павлов С.П.**, Вариантная анатомия почечных артерий. / **С.П. Павлов**, Г.В. Потёмкин // Сборник научных трудов I Международного морфологического симпозиума. – 2023. – С.103-105.
4. **Павлов С.П.**, Извитость селезеночной артерии по данным мультиспиральной компьютерной томографии / **С.П. Павлов**, С.Е. Байбаков // Однораловские морфологические чтения. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Научное медицинское общество анатомов, гистологов и эмбриологов. – 2023. – С. 156-158.
5. **Павлов С.П.**, История развития классификации ветвлений чревного ствола / **С.П. Павлов**, А.Ю. Легостаева // Clio Anatomica. – 2024. – С. 127-133.
6. **Павлов С.П.**, Топографические особенности крупных висцеральных ветвей брюшной аорты в разных возрастно-половых группах. / **С.П. Павлов**, С.Е. Байбаков // Материалы X Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы медицинской науки и образования». – 2024. – С. 52-54.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АМР – аорто-мезентериальное расстояние  
 БА – брюшная часть аорты  
 ВБА – верхняя брыжеечная артерия  
 ДА – диаметр аорты на уровне отхождения чревного ствола  
 ДА5ПА – диаметр аорты на уровне проксимальнее 5 мм отхождения почечных артерий или одной из почечных артерий  
 ДА5Биф – диаметр аорты на уровне проксимальнее 5 мм бифуркации  
 ДВБА – диаметр верхней брыжеечной артерии  
 ДВБА5ПОА – диаметр верхней брыжеечной артерии на уровне 5 мм дистальнее устья подвздошно-ободочной артерии  
 ДНБА – диаметр нижней брыжеечной артерии  
 ДЛЖА – диаметр левой желудочной артерии  
 ДлинБА – длина брюшной аорты  
 ДлинЧС – длина чревного ствола  
 ДЛПА – диаметр левой почечной артерии  
 ДОП – диаметр общей печёночной артерии  
 ДППА – диаметр правой почечной артерии  
 ДСА – диаметр селезёночной артерии  
 ДЧС – диаметр чревного ствола  
 ЛЖА – левая желудочная артерия  
 ЛПА – левая печеночная артерия  
 МСКТ – многосрезовая спиральная компьютерная томография  
 НДА – нижняя диафрагмальная артерия  
 ОПА – общая печеночная артерия  
 РВБАНБА – расстояние между центрами устьев верхней и нижней брыжеечных артерий  
 РНБАБиф – расстояние между центром устья нижней брыжеечной артерии и бифуркации аорты  
 РЧСВБА – расстояние между центрами устьев чревного ствола и верхней брыжеечной артерии  
 СА – селезёночная артерия  
 УголЧС – угол отхождения чревного ствола  
 УголВБА – угол отхождения верхней брыжеечной артерии  
 УголППА – угол отхождения правой почечной артерии  
 УголЛПА – угол отхождения левой почечной артерии  
 ЦМС – целиако-мезентериальный ствол  
 ЧС – чревный ствол  
 LI-LV – поясничные позвонки  
 MIP – проекции максимальной интенсивности (maximum intensity projection).  
 ThI-XII – грудные позвонки  
 T-SNE – t-распределенное стохастическое соседнее встраивание