

Анатомические и рентгенологические критерии оценки и варианты классификации архитектоники кровеносного русла миокарда

¹Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова, Москва, Россия

²Институт усовершенствования врачей Медицинского учебно-научного клинического центра им. П. В. Мандрыка, Москва, Россия

³Научно-исследовательский институт морфологии человека РАМН, Москва, Россия
e-mail: Milyucov@mail.ru

Реферат

В последние годы в нашей стране наблюдается рост заболеваемости и смертности от болезней системы кровообращения. Наиболее серьезную медицинскую и социальную проблему представляет собой трудность своевременной диагностики, а также оказания медицинской помощи в необходимом объеме пациентам с заболеваниями сердца. Среди трудоспособного населения большая часть таких заболеваний приходится на ишемическую болезнь сердца, развитие которой связано с патологией коронарных сосудов и недостаточным кровоснабжением сердечной мышцы. Классификации, предлагаемые приверженцами различных медицинских школ, как анатомами, так и врачами-диагностами, не дают единого представления о норме строения и организации кровеносного русла сердца в связи с противоречивостью взглядов. Необходимо выработать единый подход для определения критериев оценки ангиоархитектоники коронарных сосудов, типов кровеносного русла и распределения сосудов сердца, что положительно скажется как на анализе результатов диагностических исследований и выборе тактики лечения, так и на результатах лечения и качестве жизни данной категории пациентов.

Ключевые слова: коронарные сосуды, типы кровоснабжения сердца, ишемическая болезнь сердца, миокард, ангиоархитектоника.

Введение

На протяжении нескольких последних десятилетий в Российской Федерации отмечается рост распространенности сердечно-сосудистой патологии и заболеваемости болезнями сердца и сосудов [6]. Прогнозируется, что сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) останутся в Европе основной причиной преждевременной смерти на протяжении еще нескольких десятилетий [16]. Это можно объяснить такими причинами, как старение населения и увеличение доли пожилых людей во всем мире [29], а также активное воздействие различных факторов риска [34]. В течение жизни риск возникновения сердечно-сосудистой патологии у мужчин в 4–5 раз выше, чем у женщин.

Несмотря на то, что изучению вопросов кровоснабжения сердца посвящено множество работ, противоречивость, а порой и недостаточность данных вносят путаницу и мешают выработке единого подхода к оценке ангиоархитектоники сердечной мышцы. Изучая доступную научную литературу по анатомии коронарных сосудов, лучевым методам диагностики поражений сосудов сердца и способам коррекции этих изменений, мы столкнулись с противоречивостью оценки данных, полученных различными учеными в ходе исследований, а также с неоднородностью предлагаемых классификаций, а порой и с отсутствием единого мнения среди исследователей относительно параметров, характеризующих как сосуды, так и ангиоархитектонику коронарных артерий и их ветвей в норме. Для того,

чтобы прийти к общему мнению по данной проблеме, необходимы анализ и детализация данных, приведенных различными авторами. Первые данные о различных вариантах нормального строения коронарного русла носили описательный характер и касались количества основных стволов коронарных артерий и уровней отхождения их устьев, затем типов ветвления артерий и кровоснабжения миокарда. У авторов отсутствовало единое мнение о вариантах деления основного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) и типах кровоснабжения сердца.

Типы ветвления коронарных артерий

В наиболее ранних исследовательских работах авторы, например, A. Banchi (1904), G. Piqand (1910), L. Gross (1921), W. Spalteholz (1924), B. Adachi (1928), рассматривали типы разветвления коронарных артерий и, согласно их классификации, при I типе (наиболее распространенном) большую часть задней стенки левого желудочка снабжает кровью огибающая ветвь левой коронарной артерии (ЛКА), при II типе — ветви правой коронарной артерии (ПКА), а при III типе ЛКА снабжает не только диафрагмальную поверхность сердца, но всю межжелудочковую перегородку [11].

Описание ветвления ЛКА с приведением названий артерий опубликовали О. С. Телевяк (1962) и М. Г. Шевчук (1960–1969). По их наблюдениям, ЛКА чаще делится на три ветви — диагональную, переднюю нисходящую и перегородочную. В. А. Федосеев (1962) утверждал, что деление основного

ствола возможно на две ветви — нисходящую и огибающую, на три ветви — нисходящую, огибающую и перегородочную либо диагональную, а также на четыре ветви — огибающую, нисходящую, перегородочную и диагональную [13]. Характеры ветвления и следования правой и левой коронарных артерий вариabельны и были представлены исследователями в виде классификаций с различными подходами к оценке сосудов.

На протяжении нескольких десятилетий исследователи разных стран рассматривали ветвление и следование коронарных сосудов и зачастую получали результаты, отличающиеся как противоречивостью, так и недостаточностью полученных сведений вследствие того, что авторами были выбраны различные подходы к выбору критериев для создания классификаций. А. Banchi (1904) охарактеризовал типы ветвления ЛКА следующим образом: бифуркация в 64 % случаев, трифуркация — в 31 %, quadriфуркация — в 5 %. М. С. Лисицын (1927) в своей работе представил, что тип ветвления ПКА магистральный, а ЛКА — магистральный и рассыпной. Взгляд А. Crainincianu (1922) частично совпадал с мнениями, приведенными выше: деление ЛКА представлено в виде бифуркации, что составляет 38 % случаев и характеризуется как магистральный тип, а трифуркация (в 60 % случаев и деление на 4–5 ветвей (в 2 % случаев)) — это рассыпной тип [25]. А. П. Соколов (1947) отмечал, что ЛКА делится по рассыпному типу, при этом бифуркация наблюдалась в 61,3 % случаев, трифуркация — в 34 % случаев, quadriфуркация — в 3,2 % случаев. Данные А. М. Гофмана (1949) заметно отличались от результатов А. П. Соколова: у ЛКА бифуркация отмечалась в 16 % случаев, трифуркация — в 62 % случаев, а quadriфуркация — в 22 % случаев. Н. В. Казакова в 1954 г. предложила выделять четыре типа ветвления артерий коронарных артерий: одностовольное, бифуркационное, трифуркационное и многоствольное (ратифицированное) [3, 4]. Кроме того, согласно этому автору, по площади участка сердца, снабжаемых коронарными артериями, сосуды могут быть «узкие» (лептоареальные, в желудочках) и «широкие» (эвриареальные, в предсердиях). Также Н. В. Казакова предложила классификацию коронарных артерий по форме — прямые, извилистые и дугообразные [4].

Л. С. Сперанский в 1966 г. определил, что вид деления коронарных артерий различен в стенках каждой из четырех камер сердца, что связано с их анатомо-функциональными особенностями, однако более конкретных причин этих различий автор не указывает [24]. Кроме того, Л. С. Сперанский также распределил венечные артерии на три типа: лептоареальные (обеспечивающие интенсивный кровоток — в левом желудочке и межжелудочковой перегородке), эвриареальные (обеспечивающие меньшую скорость — в предсердиях) и мезоареальные, или промежуточные, — в правом желудочке [4].

Б. И. Воробьев (1963) делит сосуды сердца на «узкополюные», которые располагаются в левом желудочке и межжелудочковой перегородке (у них острый угол деления сосудов, что, видимо, соответ-

ствует меньшему углу отхождения сосуда), а значит, быстрый кровоток и хорошее кровоснабжение этих участков), и «широкополюные» в правом желудочке и предсердиях [5].

Угол отхождения ветвей коронарных артерий

Взгляд исследователей на углы отхождения коронарных артерий также не был однозначным. В. В. Александрович (1948) в своей работе представил, что предсердные артерии отходят под прямым углом, а желудочковые артерии — под острым. Л. А. Тарасов (1962) написал, что угол отхождения желудочковых артерий варьирует от острого до тупого, а у предсердных артерий он приближается к развернутому. Н. В. Казакова (1964) указывает, что средний угол отхождения желудочковых артерий равен 32–34° [4]. М. А. Долгашова (2007) в ходе своих исследований обнаружила, что при всех типах ветвления коронарных артерий общее количество сосудистых разветвлений с углами от 45° до 90° преобладает над числом ветвлений сосудов с углами ветвления, не входящими в этот диапазон [7].

Степень извитости коронарных артерий

Л. А. Арсентьева полагает, что ход сосудов сердца становится извитым, а иногда и штопорообразным, начиная с 49 лет у мужчин и 53–56 лет у женщин. Извилистость коронарных артерий, по мнению И. Н. Шушковой (1963, 1967), в левом желудочке выражена сильнее, чем в правом, и меняется в течение всей жизни, увеличиваясь к 50-ти годам. Н. И. Свистунов (1964) предположил, что с возрастом у человека увеличиваются количество макроскопически видимых венечных сосудов и степень извилистости их хода [4]. По мнению А. К. Габченко (1989), извитость, обеспечивая некоторое депонирование артериальной крови, может служить вспомогательным механизмом кровообеспечения миокарда [2]. В работе И. И. Давитая (1982) представлено, что главные стволы коронарных артерий извиты в меньшей степени, чем их ветви, при этом степень извитости выражалась в безразмерных величинах. Автор предположил, что, возможно, извитость сосудов влияет на интенсивность кровоснабжения миокарда, поскольку в местах изгибов сосудов, по мнению автора, образуются складки сосудистой стенки, которые могут затруднить ток крови. Кроме того, боковые ветви артерий отходят от выпуклых сторон изгибов (эта закономерность выявлена в системе как ПКА, так и ЛКА). Угол отхождения ветвей ЛКА меньше, чем ветвей ПКА, чем автор объясняет, вероятно, лучшие гемодинамические условия в ЛКА по сравнению с ПКА. Величина угла отхождения подэпикардиальных ветвей и соотношение количества ветвей, отходящих от прямых отрезков артерий и от изгибов у взрослых людей (от 25 до 80 лет), с возрастом существенно не меняется [4].

Весьма противоречивы данные о порядках ветвления коронарных артерий до вступления их в толщу сердечной мышцы. Так, О. С. Телевяк (1962) выделяет 2 порядка ветвления (вторичные ветви), П. А. Соколов (1962) — 2–3, Н. Г. Назимова и Р. М.

Лойко — 4–5, А. Азимов (1969) — 5, А. С. Христодело-Финити (1960) — 7, Б. В. Огнев и др. (1954) — 8. В. М. Гогичайшвили (1973) отмечает 10 сегментов передней межжелудочковой артерии [5, 13]. При этом не всегда ясно, от каких ветвей венечных артерий по порядковому номеру у авторов начинается отсчет сегментов. О. Ю. Лежнина и А. А. Коробкеев в своих работах давали характеристику ангиоархитектонике сердечной мышцы с помощью определения коэффициентов сужения сосудов, коэффициента расширения и доли суммарного продольного сечения сосудистого русла к общей площади поверхности снабжаемого кровью участка, что, по мнению авторов, помогает косвенно судить об интенсивности кровоснабжения в различных участках миокарда. Однако получение результатов сопровождается трудоемкими расчетами и требует специальной подготовки и использования компьютерных программ, что затрудняет использование результатов этих исследований в клинической практике [12].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что множество классификаций и вариантов описания типов ветвления коронарных артерий вносят путаницу и затрудняют оценку степени и характера кровоснабжения миокарда.

Типы кровоснабжения сердца

Многие ученые пытались определить тип кровоснабжения сердца и использовали для этого различные критерии: зависимость от преобладающего развития правой или левой коронарной артерии (А. Banchi, 1904), количество ветвей, питающих камеры сердца (И. Н. Гудимович, 1953); сосуд, от которого отходит задняя межжелудочковая артерия, питающая задний отдел межжелудочковой перегородки сердца (А. В. Смольяников и Т. А. Наддачина, 1960); объем инъекционной массы, заполняющей ПКА и ЛКА (Б. И. Хубутия, 1974); взаимоотношениям ПКА и огибающей ветви ЛКА (Л. С. Сперанский, 1964, 1966); характер ветвления и расположения артериальных коронарных сосудов не только заднего отдела межжелудочковой перегородки, но диафрагмальной поверхности [4, 5, 11, 13, 15, 17, 20, 25].

М. С. Лисицын (1927) выделил три типа кровоснабжения сердца: левовенечный, правовенечный, равномерный. А. П. Соколов (1947) согласился с ним, но предположил, что левовенечный тип встречается чаще правовенечного. М. Я. Арьев (1949) получил противоположный результат: правовенечный тип встречается в 48 % случаев, а левовенечный — в 20 %. По мнению А. В. Кузьмина-Приградовой (1949) и В. Е. Незлина (1955), правовенечный тип также встречается чаще. Н. А. Джавахишвили (1960) также выделял три типа васкуляризации сердца: симметричный (60 %), правосторонний (30 %), левосторонний (10 %). А. В. Смольяников и Т. А. Наддачина (1960) посчитали недостаточным разделение лишь на три типа и предложили различать пять типов кровоснабжения сердца: левый, правый, средний, среднелевый, среднеправый. За основу эту классификацию взял Б. И. Хубутия (1974), но за критерий деления на типы взял не источник отхождения

задней межжелудочковой артерии, а объем инъекционной массы, заполняющей ПКА и ЛКА. Три типа также выделяли Б. А. Леваничев (1967), L. Kaidl, E. Kotscher (1965), Н. Г. Копейкин (1965). При этом Б. А. Леваничев (1969) считает, что при левовенечном типе кровоснабжения ЛКА снабжает только передний отдел межжелудочковой перегородки, а Э. З. Козлова (1966), E. Hoffmann, B. Kissler, C. Gebhardt, K. Bauch (1970) — что вся перегородка. И, наконец, Л. С. Сперанский (1964, 1966) предложил семь типов кровоснабжения сердца [4, 5, 11, 13, 15, 20, 25].

Б. В. Петровский, М. Д. Князев, Б. В. Шабалкин (1978) указывают, что преимущественный тип кровоснабжения отражает только анатомические особенности, а не состояние кровоснабжения всего сердца, но при этом имеет значение в клинической практике для определения показаний к реваскуляризации миокарда по результатам ангиографии. Т. James (1961) считает неправильным определение преобладания ПКА и ЛКА по признаку их ветвления на дорсальной поверхности сердца [11]. В работах В. В. Соколова и др. (1991, 1997, 2007) описано, что вне зависимости от типа кровоснабжения сердца основным источником питания переднего отдела межжелудочковой перегородки является передняя межжелудочковая артерия — ветвь ЛКА, а заднего отдела — задняя межжелудочковая артерия (ветвь ПКА) при правостороннем типе кровоснабжения сердца, при левостороннем — огибающая ветвь ЛКА и ветви как правой, так и левой венечных артерий при равномерном типе кровоснабжения сердца [21–23]. Имеются данные, что величина объемной плотности русла у здоровых молодых людей варьирует из-за индивидуальных особенностей [9]. У пожилых людей возрастные изменения объемной плотности коронарного русла связаны с изменением массы сердца, утолщением внутреннего и среднего слоев стенок артерий, извилистостью сосудов и индивидуальными особенностями ангиоархитектоники коронарных сосудов [9]. Кроме того, Г. Г. Автандиловым и Т. Ю. Мышкиной (1978) была установлена обратная зависимость между показателями степени выраженности атеросклероза коронарных артерий и величинами объемной плотности коронарного русла и прямая корреляционная связь между степенью сужения суммарного функционирующего просвета коронарных артерий и выраженностью кардиосклероза при ишемической болезни сердца, а в исследованиях Л. В. Кактурского было показано, что при внезапной сердечной смерти кровенаполнение капилляров неравномерно и снижено по сравнению со смертельными исходами от случайных причин [9].

Подходы к классификации коронарных сосудов по диаметру различны. П. А. Соколов представил следующие данные: наименьший диаметр артериальных сосудов — 40–60 мкм, прекапилляры имеют диаметр 15–20 мкм, а капилляры — 6–8 мкм [5].

Диаметр венечных артерий

Kothawade et al. приводят следующую классификацию венечных артерий в зависимости от величины диаметра:

- 1) эпикардальные артерии диаметром 500 мкм;
- 2) преартериолы диаметром 100–500 мкм;
- 3) интрамуральные артериолы диаметром менее 100 мкм;
- 4) капилляры диаметром менее 7 мкм.

Артериальные сосуды диаметром менее 100–200 мкм объединены в группу «малые резистивные коронарные сосуды», которые ангиографически не визуализируются [26, 28, 31, 32]. С этим утверждением согласны отечественные авторы [8]. Л. А. Бокерия и др. относят к артериям малого диаметра сосуды диаметром менее 2,5 мм [1].

Типы расположения кровеносных сосудов в зависимости от направления мышечных волокон К. И. Кульчицкий в 1961 г. представил следующим образом: в субэпикардальном слое и сосочковых мышцах сосуды расположены продольно (т. е. параллельно мышечным волокнам), в циркулярном слое миокарда — поперечно [5].

Исследование коронарного русла в клинической практике

Фролькис и др. (1962) утверждают, что «при изучении кровоснабжения желудочков сердца подтверждается положение о существовании определенных соотношений между структурой, функцией и кровоснабжением миокарда». Однако вместо этих соотношений авторы приводят данные других исследователей (I. Roberts, I. Wearn, I. Badal, 1938; I. Roberts, I. Wearn, 1941; Р. А. Бардина, 1947), которые полагают, что у взрослых людей практически каждое мышечное волокно, вне зависимости от диаметра, снабжено собственным капилляром, что поддерживает достаточный уровень его кровоснабжения [25]. В клинической практике оценка коронарного русла сердца возможна при выполнении коронароангиографии, причем одновременно с этим можно провести забор биопсийного материала сердечной мышцы, изучить параметры давления в правых отделах сердца, измерить минутный объем, сердечный индекс, фракция выброса (т. е. показатели сократимости миокарда) [10]. В учебных пособиях для врачей-рентгенологов и специалистов ангиохирургов, выполняющих коронарную ангиографию, Ю. А. Карпов и др., а также А. П. Савченко и др. выделяют три типа кровоснабжения сердца: правый (встречающийся чаще всего), левый и равномерный, или сбалансированный, смешанный. Критерием деления при этом служит источник формирования задней межжелудочковой артерии, снабжающей кровью нижнюю поверхность сердца и заднюю часть межжелудочковой перегородки [10, 14].

Несмотря на очевидные преимущества коронароангиографии в определении типа кровоснабжения сердца, локализации и рентгеноморфологии поражения коронарных артерий, наличия боковых ветвей в зоне поражения и оценке проходимости проксимально и дистально расположенных сосудов, шунтов и стентированных ранее участков, остаются некоторые диагностические трудности [19]. Так, А. П. Савченко и др. описывают, что, благодаря специфической форме сердца, коронарные сосуды извиты, их ветви от-

ходят под разными углами и в различных плоскостях, а во время сердечного цикла наблюдается постоянное смещение сосудистых ветвей и изменение их длины и диаметра с наложением изображений некоторых сосудов друг на друга [19].

Интересно исследование D. Capodanno et al., которые провели количественный анализ изображений, полученных при селективной цифровой ангиографии у лиц с и без значимого стеноза основного ствола ЛКА (296 и 1000 случаев соответственно). В результате исследования авторы определили наличие трех типов ЛКА, причем у пациентов со значимыми поражениями коронарных артерий им соответствовали различные значения встречаемости (19, 27 и 44 % соответственно), но различий в 1,5-летней выживаемости не выявлено. Авторы сделали вывод, что было бы полезно определять у пациентов фенотипы ЛКА, которые связаны с атеросклерозом и стенозированием [27]. Помимо рентгеновской коронарной ангиографии, являющейся «золотым стандартом» диагностики поражений коронарных артерий, существуют и другие методы, позволяющие визуализировать сосуды сердца. К таким относятся, например, мультidetекторная компьютерная томография (МДКТ), магнитно-резонансная коронарография и внутрисосудистое ультразвуковое исследование [30].

МДКТ — это метод исследования, позволяющий получить информацию об анатомии коронарных артерий, наличии в них кальцинированных и «мягких» бляшек, обуславливающих стенозирование сосудов и нарушение миокардиального кровотока, оценить состояние стентов и шунтов, а также получать после обработки изображений многоплоскостные реконструкции, проекции максимальной интенсивности и 3D-реконструкции [35]. Кроме того, стали возможными оценка движения сердца и реконструкция сосудистого русла сердца в формате 4D (т. е. с учетом временных параметров) с абсолютной погрешностью 0,1 мм при исследовании стволов правой и левой коронарной артерий и венечного синуса [33]. При всех этих исследованиях верифицируются только изменения макрогемососудов. Контрастная магнитно-резонансная коронарография по информативности уступает МДКТ [18].

Таким образом, наличие множества вариантов классификации типов кровеносного русла сердца и вариантов распределения питающих его сосудов свидетельствует о том, что у исследователей нет единого взгляда на принципы оценки организации кровеносного русла миокарда. Полученные различными исследователями результаты были противоречивыми, а предлагаемые авторами классификации — неудобными для использования в практической медицине. Следовательно, именно из запросов практической медицины вытекает необходимость единого мнения, позволяющего унифицировать подход к оценке строения кровеносного русла сердца. Кроме того, продолжается поиск методов оценки коронарного русла, предоставляющих дополнительную информацию о функционировании сердца и прогнозировании исходов заболевания. На наш взгляд, одним из направлений решения данной проблемы является

проведение комплексных исследований, связанных с определением возможных физико-математических, гидродинамических и морфометрических закономерностей строения артериального русла сердца.

Литература

1. Бокерия Л. А., Алесян Б. Г., Бузиашивили Ю. И. и др. Стентирование коронарных артерий малого диаметра ($\leq 2,5$ мм) // *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2008. № 4. С. 22–26.
2. Габченко А. К. Некоторые особенности возрастной, половой, типологической анатомии венечных артерий в пре- и постнатальном онтогенезе человека // *Мед. журн. Узбекистана*. 1989. Т. 12. С. 54–56.
3. Гофман А. М. Прикладная анатомия венечных сосудов сердца: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1949. 6 с.
4. Давитая И. И. Некоторые особенности русла венечных артерий сердца в процессе старения. Тбилиси: Мецниереба, 1982. 119 с.
5. Джавахишвили Н. А., Комахидзе М. Э., Цагарели З. Г. Сосуды сердца в норме и эксперименте. Тбилиси: Мецниереба, 1982. 348 с.
6. Димов А. С., Максимов Н. И. К обоснованию системного подхода в превенции внезапной сердечной смерти как возможного пути решения проблемы сверхсмертности в России (обзор литературы). Ч. I: Кардиоваскулярные аспекты сверхсмертности в России: анализ ситуации и возможности профилактики // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2013. № 12 (2). С. 98–104.
7. Долгашова М. А. Анализ основных морфофункциональных показателей сосудистых ветвлений коронарных артерий у людей первого и второго периодов зрелого возраста // *Мед. вестн. Северного Кавказа*. 2007. № 1. С. 46–48.
8. Дудко В. А., Карпов Р. С. Атеросклероз сосудов сердца и головного мозга. Томск: STT, 2002. 416 с.
9. Итоги науки и техники. Патологическая анатомия. Т. 3. М., 1981. 162 с.
10. Карпов Ю. А., Самко А. Н., Буза В. В. Коронарная ангиопластика и стентирование. М.: Мед. информ. аг-во, 2010. 312 с.
11. Кульчицкий К. И., Роменский О. Ю. Сравнительная анатомия и эволюция кровеносных сосудов сердца. Киев: Здоров'я, 1985. 174 с.
12. Лежнина О. Ю., Коробкеев А. А. Характеристика субэпикардального русла сердца человека // *Вестник новых мед. технологий*. 2012. Т. XIX. № 2. С. 169–170.
13. Лейтес А. Л., Шидаков Ю. Х. Пластичность кровеносных сосудов сердца и легких. Фрунзе: Кыргызстан, 1972. 285 с.
14. Лучевая анатомия человека / под ред. Т. Н. Трофимовой. СПб: СПбМАПО, 2005. 496 с.
15. Наддачина Т. А., Смольяников А. В. К состоянию вопроса о типах кровоснабжения сердца, их изменениях в различные возрастные периоды и в условиях патологии // *Архив анатомии*. 1963. Т. 45. Вып. 8. С. 44–45.
16. Нестеров Ю. И. Атеросклероз: диагностика, лечение и профилактика. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 254 с.
17. Огнев Б. В., Саввин В. Н., Савельева Л. А. Кровеносные сосуды сердца в норме и патологии. М.: Медгиз, 1954. 120 с.
18. Общая и военная рентгенология: учебник / под ред. Г. Е. Труфанова. СПб.: ВМедА; Медкнига ЭЛБИ-СПБ, 2008. 480 с.
19. Савченко А. П., Черкавская О. В., Руденко Б. А., Болотов П. А. Интервенционная кардиология. Коронарная ангиография и стентирование: руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 448 с.
20. Смольяников А. В., Наддачина Т. А. К вопросу о типах кровоснабжения сердца // *Архив патологии*. 1960. № 10. С. 17–24.
21. Соколов В. В. Сосуды сердца. Ростов н/Д: РостГМУ, 1997. 92 с.
22. Соколов В. В. Венечные артерии // *Ишемическая болезнь сердца / под ред. П. А. Галенко-Ярошевского*. М.: РАМН, 2007. 604 с.
23. Соколов В. В., Харламов Е. В., Литвинова Л. В., Евтушенко А. В. Источники васкуляризации межжелудочковой перегородки и перегородочных сосочковых мышц сердца при различных типах его кровоснабжения у человека // *Архив анатомии, гистол. и эмбриол.* 1991. Т. 101. № 7. С. 43–50.
24. Сперанский Л. С. Типовая и количественная характеристика венечных артерий сердца человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 1966. 20 с.
25. Фролькис В. В., Кульчицкий К. И., Милько В. И., Кузьминская У. А. Коронарное кровообращение и экспериментальный инфаркт миокарда. Киев: Гос. мед. изд-во УССР, 1962. 455 с.
26. Camici P. G., Crea F. Coronary microvascular dysfunction // *N. Engl. J. Med.* 2007. № 356 (8). P. 830–840.
27. Capodanno D., Di Salvo M. E., Seminara D. et al. Epidemiology and clinical impact of different anatomical phenotypes of the left main coronary artery // *Heart Vessels*. 2011. № 26 (2). P. 138–144.
28. Heaps C. L., Parker J. L. Effects of exercise training on coronary collateralization and control of collateral resistance // *Appl. Physiol.* 2011. № 111. P. 587–598.
29. Jahangir A., Sagar S., Terzic A. Aging and cardioprotection // *J. Appl. Physiol.* 2007. № 103. P. 2120–2128.
30. Pakkal M., Raj V., McCann G. P. Non-invasive imaging in coronary artery disease including anatomical and functional evaluation of ischemia and viability assessment // *The British Journal of Radiology*. 2011. Vol. 84. P. S280–S295.
31. Reis S. E., Holubkov R., Lee J. S. et al. Coronary flow velocity response to adenosine characterizes coronary microvascular function in women with chest pain and no obstructive coronary disease: Results from the pilot phase of the Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) Study // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999. № 33 (6). P. 1469–1475.
32. Reis S. E., Holubkov R., Smith A. et al. Coronary microvascular dysfunction is highly prevalent in women with chest pain in the absence of coronary artery disease: Results from the NHLBI WISE study // *American Heart Journal*. 2001. № 141 (5). P. 735–741.
33. Rohkohl C., Lauritsch G., Biller L. et al. Interventional 4D motion estimation and reconstruction of cardiac vasculature without motion periodicity assumption // *Med Image Anal.* 2010. № 14 (5). P. 687–694.
34. Tao J., Ma Y. T., Xiang Y. et al. Prevalence of major cardiovascular risk factors and adverse risk profiles among three ethnic groups in the Xinjiang Uygur Autonomous Region, China // *Lipids Health Dis.* 2013. Vol. 17. № 12 (1). P. 185.
35. Zimmermann E., Schnapf D., Dewey M. Cardiac and coronary anatomy in computed tomography // *Semin Ultrasound CT MR*. 2008. № 29 (3). P. 176–181.

Anatomical and radiological evaluation criteria and classification variants of the architectonics of heart vessels

¹ First Moscow Medical State University I. M. Sechenov, Moscow, Russia

² Department of military surgery, RF DM State Institute for Physicians Advanced training, P. V. Mandryka Medical Education and Research Medical Center, Moscow, Russia

³ Research Institute of Human Morphology of the Russian Academy of Medical Sciences, Moscow, Russia

e-mail: Milyucov@mail.ru

Abstract

There is an increase in morbidity and mortality from diseases of the circulatory system in recent years in our country. The most serious medical and social problem is the difficulty of timely diagnosis and necessary volume of medical care in patients with various heart diseases. Among the working population, most of these diseases accounted for coronary heart disease, which is associated with the development of coronary artery pathology and insufficient blood supply to the heart muscle. Classifications proposed by followers of different medical schools — anatomists and diagnosticians — do not provide a single view of the structure and organization of normal blood supply to the heart because of conflicting views. So we need to develop a common approach for determining evaluation criteria to architectonics of coronary vessels, types of angioarchitectonics and distribution of blood vessels of the heart, which has a positive impact both on the analysis of the results of diagnostic studies and selection of treatment and treatment outcomes and quality of life of these patients.

Keywords: coronary vessels, types of heart blood supply, coronary heart disease, myocardium, angioarchitectonics.

References

1. Bokeriya L.A. Alekhan B. G., Buziashvili YU.I. et al. Stentirovanie koronarnykh arteriy malogo diametra ($\leq 2,5$ mm), [Stenting of coronary arteries of small diameter ($\leq 2,5$ mm)] // *Grudnaya i serdechno-sosudistaya hirurgiya*, [Chest and cardiovascular surgery], 2008. no 4., pp. 22-26. (In Russian).
2. Gabchenko A.K. Nekotorye osobennosti voznrastnoy, polovoy, tipologicheskoy anatomii venechnykh arteriy v pre- i postnatal'nom ontogeneze cheloveka, [Some features of age, sexual, typological anatomy of coronal arteries in prenatal and postnatal human's ontogenesis] // *Meditsinskij zhurnal Uzbekistana*, [Medical Journal of Uzbekistan], 1989, v. 12, pp. 54-56. (In Russian).
3. Gofman A.M. Prikladnaya anatomija venechnykh sosudov serdca, [Applied anatomy of coronal vessels of heart] // *avtoreferat dissertacii kandidata medicinskih nauk*, [abstract of the thesis of the candidate of medical sciences], Moscow, 1949, 6p. (In Russian).
4. Davity I.I. Nekotorye osobennosti rusla venechnykh arteriy serdca v processe starenija, [Some features of heart coronal arteries within process of aging], Tbilisi, [Mecniereba], 1982, 119 p. (In Russian).
5. Dzhavakhishvili N. A. Komakhidze M. E. Tsagareli Z.G. Sosudy serdca v norme i jeksperimente, [Heart vessels in norm and experiment], Tbilisi, [Mecniereba], 1982, 348 p. (In Russian).
6. Dimov A.R. Maksimov N. I. K obosnovaniju sistemnogo podhoda v prevencii vnezapnoj serdechnoj smerti kak vozmoznogo puti reshenija problemy sverhsmernosti v Rossii (obzor literatury), [To justification of system approach in prevention of sudden warm death as possible solution of a problem of supermortality in Russia (the literature review)], Chast' I. Kardiovaskuljarnye aspekty sverhsmernosti v Rossii: analiz situacii i vozmoznosti profilaktiki, [Part I. Cardiovascular aspects of supermortality in Russia: analysis of a situation and possibility of prevention] // *Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika*, [Cardiovascular therapy and prevention], 2013, no 12 (2), pp. 98-104. (In Russian).
7. Dolgashova M.A. Analiz osnovnykh morfofunkcional'nyh pokazatelej sosudistykh vetvlenij koronarnykh arterij u ljudej pervogo i vtorogo periodov zrelogo vozrasta, [The analysis of the main the morpho-functional indicators of vascular branching of coronary arteries at people of the first and second periods of mature age] // *Meditsinskij vestnik Severnogo Kavkaza*, [Medical Journal of the North Caucasus], 2007, no 1, pp. 46-48. (In Russian).
8. Dudko V.A. Karpov R. P. Ateroskleroz sosudov serdca i golovnoy mozga, [Atherosclerosis of vessels of heart and brain], Tomsk, [STT], 2002, 416 p. (In Russian).
9. Itogi nauki i tehniki, [Science and equipment results], // *Patologicheskaja anatomija*, [Pathological anatomy], Moscow, 1981, V.3., 162 p. (In Russian).
10. Karpov Ju.A., Samko A.N., Buza V.V. Koronarnaja angioplastika i stentirovanie, Coronary angioplastics and stenting, Moscow, Medicinskoe informacionnoe agentstvo, [Medical news agency], 2010, 312 p. (In Russian).
11. Kul'chickij K.I., Romenskij O.Ju. Sravnitel'naja anatomija i jevoljucija krovenosnykh sosudov serdca, [Comparative anatomy and evolution of the heart's blood vessels], Kiev, Zdorov'e, [Health], 1985, 174 p. (In Russian).
12. Lezhnina O.Ju., Korobkeev A.A. Harakteristika subepikardial'nogo rusla serdca cheloveka, [Characteristic of the subepicardial vessel bed of human's heart] // *Vestnik novykh medicinskih tehnologij*, [The journal of new medical technologies], 2012, V. XIX, no 2, pp. 169 – 170. (In Russian).
13. Lejtes A.L., Shidakov Ju.H. Plastichnost' krovenosnykh sosudov serdca i legkih, [Plasticity of blood vessels of heart and lungs], Frunze, Kyrgyzstan, 1972, 285 p. (In Russian).
14. Trofimova T.N. Luchevaja anatomija cheloveka, [Radial human anatomy], Saint-Petersburg, MAPE, 2005, 496 p. (In Russian).
15. Naddachina T.A., Smol'jannikov A.V. K sostojaniju voprosa o tipah krovosnabzhenija serdca, ih izmenenijah v razlichnye voznrastnye periody i v uslovijah patologii, [Some

questionable aspects of the types of heart blood supply, their changes during various age periods and in the conditions of pathology] // *Arhiv anatomii* [Anatomy archive], 1963, V. 45 (8), pp. 44-45. (In Russian).

16. Nesterov Yu.I. Ateroskleroz: diagnostika, lechenie i profilaktika, [Atherosclerosis: diagnostics, treatment and prevention], Rostov-on-Don, Phenix, 2007, 254p. (In Russian).

17. Ognev B. V., Savvin V. N., Savelyeva L.A. Krovenosnye sosudy serdca v norme i patologi, [Blood vessels of heart in norm and pathology], Moscow, [Medgiz], 1954, 120 p. (In Russian).

18. Trufanov G.E. Obshhaja i voennaja rentgenologija, [General and military radiology], // *uchebnik*, [textbook], Saint-Petersburg, Medkniga JeLBI- sankt-peterburg [Medical book ELBI-Saint-Petersburg], 2008, 480 p. (In Russian).

19. Savchenko A.P., Cherkavskaya O.V., Rudenko B.A., Bolotov P.A. Intervencionnaja kardiologija. Koronarnaja angiografija i stentirovanie [Intervention cardiology. Coronary angiography and stenting], Moscow, GJeOTAR-media, [GEOTAR-media], 2010, 448 pp. (In Russian).

20. Smolyannikov A.V. Naddachina T.A. K voprosu o tipah krovosnabzhenija serdca [To a question of types of blood supply of heart] // *Arhiv patologii*, [Pathology archive], 1960, no10 – pp. 17-24. (In Russian).

21. Sokolov V.V. Sosudy serdca, [Heart vessels], Rostov-on-Don, Izdatel'stvo Rostovskogo Gosudarstvennogo Medicinskogo universiteta [Publishing house of the Rostov State Medical university], 1997, 92 p. (In Russian).

22. Sokolov V.V. Venechnye arterii, [Coronal arteries] // *Ishemicheskaja bolezn' serdca*, [Ischemic heart disease] pod redakciej P.A. Galenko-Jaroshevskogo, [under P. A. Galenko-Yaroshevsky's edition], Moscow, Russian Academy of Medical Science, 2007, 604 p. (In Russian).

23. Sokolov V.V., Harlamov E.V., Litvinova L.V., Evtushenko A.V. Istochniki vaskuljarizacii mezhheludochkovej peregorodki i peregorodochnyh sosochkovyh myshc serdca pri razlichnyh tipah ego krovosnabzhenija u cheloveka, [Sources of vascularisation of interventricular septum and septal muscles of the heart at various types of human's blood supply] // *Arhiv anatomii, gistologii i jembriologii*, [Archive of anatomy, histology and embryology], 1991, v.101, no7, pp.43-50. (In Russian).

24. Speransky L.S. Tipovaja i kolichestvennaja harakteristika venechnyh arterij serdca cheloveka, [Standard and quantitative characteristic of coronal arteries of human's heart] // *avtoreferat dissertacii kandidata medicinskih nauk*,

[abstract of the thesis of the candidate of medical sciences], Volgograd, 1966, 20 p. (In Russian).

25. Frolkis V.V., Kulchitsky K.I., Milko V. I. Kuzminskaya U.A. Koronarnoe krovoobrashhenie i jeksperimental'nyj infarkt miokarda, [Coronary blood circulation and experimental myocardial infarction], Kiev, Gosudarstvennoe medicinskoe izdatel'stvo USSR [USSR state medical publishing house], 1962, 455 p. (In Russian).

26. Camici P. G., Crea F. Coronary microvascular dysfunction // *N. Engl. J. Med.* 2007. no. 356 (8). P. 830–840.

27. Capodanno D., Di Salvo M. E., Seminara D. et al. Epidemiology and clinical impact of different anatomical phenotypes of the left main coronary artery // *Heart Vessels*. 2011. no. 26 (2). P. 138–144.

28. Heaps C. L., Parker J. L. Effects of exercise training on coronary collateralization and control of collateral resistance // *Appl. Physiol.* 2011. no. 111. P. 587–598.

29. Jahangir A., Sagar S., Terzic A. Aging and cardioprotection // *J. Appl. Physiol.* 2007. no. 103. P. 2120–2128.

30. Pakkal M., Raj V., McCann G. P. Non-invasive imaging in coronary artery disease including anatomical and functional evaluation of ischemia and viability assessment // *The British Journal of Radiology*. 2011. Vol. 84. P. S280–S295.

31. Reis S. E., Holubkov R., Lee J. S. et al. Coronary flow velocity response to adenosine characterizes coronary microvascular function in women with chest pain and no obstructive coronary disease: Results from the pilot phase of the Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) Study // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999. no. 33 (6). P. 1469–1475.

32. Reis S. E., Holubkov R., Smith A. et al. Coronary microvascular dysfunction is highly prevalent in women with chest pain in the absence of coronary artery disease: Results from the NHLBI WISE study // *American Heart Journal*. 2001. no. 141 (5). P. 735–741.

33. Rohkohl C., Lauritsch G., Biller L. et al. Interventional 4D motion estimation and reconstruction of cardiac vasculature without motion periodicity assumption // *Med Image Anal.* 2010. no. 14 (5). P. 687–694.

34. Tao J., Ma Y. T., Xiang Y. et al. Prevalence of major cardiovascular risk factors and adverse risk profiles among three ethnic groups in the Xinjiang Uygur Autonomous Region, China // *Lipids Health Dis.* 2013. Vol. 17. no. 12 (1). P. 185.

35. Zimmermann E., Schnapauff D., Dewey M. Cardiac and coronary anatomy in computed tomography // *Semin Ultrasound CT MR.* 2008. no. 29 (3). P. 176–181.