

© И. В. Гайворонский, А. В. Янишевский, А. А. Родионов, Д. Ю. Анохин, 2017
УДК 611.986:611.136.93

И. В. Гайворонский^{1, 4}, *А. В. Янишевский*², *А. А. Родионов*⁴, *Д. Ю. Анохин*³

ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ ПОДОШВЕННЫХ АРТЕРИЙ И ИХ ТОПОГРАФОАНАТОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ С КОСТЯМИ И СУСТАВАМИ СТОПЫ

¹ Кафедра нормальной анатомии (зав. — проф. И. В. Гайворонский), ² кафедра общей хирургии (зав. — проф. С. Я. Ивануса), ³ кафедра рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики (зав. — д-р мед. наук И. С. Железняк), Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург; ⁴ кафедра морфологии (зав. — проф. И. В. Гайворонский), медицинский факультет, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Цель — выявить с помощью поствитальной ангиографии и препарирования наиболее часто встречающиеся варианты архитектоники артерий подошвы и определить их морфометрические характеристики и топографоанатомические отношения с костями и суставами стопы.

Материал и методы. На 60 нижних конечностях трупов взрослых людей проведена инъекция сосудов голени и стопы несжимаемыми затвердевающими рентгеноконтрастными массами с последующей рентгенографией.

Результаты. Архитектоника артериального русла стопы различается по степени выраженности магистральных артерий и наличию макроскопически видимых анастомозов между ними. По этим признакам выделены 4 основных варианта архитектоники артерий подошвы. Наиболее часто встречающимся из них (70%) является вариант с преобладанием латеральной подошвенной артерии и наличием развитых анастомозов между конечными ветвями медиальной подошвенной артерии и ветвями глубокой подошвенной дуги, васкуляризируемой из тыльной артерии стопы. Гораздо реже встречаются варианты с равнозначными по диаметру латеральной и медиальной артериями стопы и отсутствием макроскопически видимых анастомозов между указанными артериями.

Выводы. Морфометрические исследования свидетельствуют о широком диапазоне различий между минимальными и максимальными значениями внутренних диаметров артерий подошвы.

Ключевые слова: стопа, подошвенные артерии, вариантная анатомия, поствитальная ангиография, морфометрия

Внедрение в клиническую практику современных методов диагностики и высокотехнологичных оперативных вмешательств на стопе требует более детального изучения ее артериального русла. В этом отношении существует потребность в знании вариантной анатомии артерий стопы, их взаимоотношениях с окружающими образованиями и морфометрических характеристиках. Изучению данных вопросов посвящены многочисленные фундаментальные труды отечественных и зарубежных исследователей: Н. А. Амосова [1], А. П. Поспеловой [9], В. В. Кованова, А. А. Травина [5], А. Г. Габбасова [3], С. Е. Attinger [12], Т. Yamada [18]. Однако большинство этих исследований проведены методом препарирования, полученные результаты сводились к констатации отдельных вариантов. Данные о морфометрических характеристиках артерий стопы и их топографоана-

томических отношениях с костями и суставами отсутствуют.

Запросы клинической практики способствовали появлению прикладных клинических работ, в которых рассматриваются вопросы обоснования хирургического доступа, остеосинтеза, оптимальных технологий выполнения ампутаций: А. В. Покровского [8], Л. А. Бокерия [2], В. А. Ильчишина [4], Э. Р. Молера [7], R. E. Hoyt [16], A. R. Golas [14].

Современные возможности прижизненной ангиографии позволяют выявить точное расположение сужений и мест окклюзии сосудов, наличие в сосудах тромбов, атеросклеротических бляшек и их распространенность [7]. Вместе с тем, существует необходимость определения локализации указанных нарушений проходимости сосудов по отношению к определенным анатомическим ориентирам.

Сведения об авторах:

Гайворонский Иван Васильевич (e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru), кафедра нормальной анатомии, *Янишевский Андрей Викторович* (e-mail: lcf89@mail.ru), кафедра общей хирургии, *Анохин Дмитрий Юрьевич* (e-mail: damixon@mail.ru), кафедра рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, 6

Родионов Анатолий Антонович (e-mail: morphol@mail.ru), кафедра морфологии, медицинский факультет, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

Цель настоящей работы — определение с помощью поствитальной ангиографии и препарирования наиболее часто встречающихся вариантов архитектоники артерий подошвы, определение их морфометрических характеристик и топографоанатомических отношений с костями и суставами стопы.

Материал и методы. Исследование артериального русла подошвы проведено на базе кафедры нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова на 60 нижних конечностях трупов людей, умерших в возрасте от 40 до 60 лет. Материал получен на учебной базе кафедры. Внешних повреждений, травм и заболеваний нижних конечностей у данных трупов не выявлено, также в анамнезе отсутствовал сахарный диабет. На проведение исследования получено разрешение этического комитета Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова (протокол № 184 от 24.01.2017 г.).

Топографоанатомическое исследование состояло из взаимно дополняющих методик исследования, включающих в себя инъекцию сосудов голени и стопы несжимаемыми затвердевающими рентгеноконтрастными массами с последующей рентгенографией (Удостоверение на рационализаторское предложение № 14430/6) и препарирование.

Рентгеноконтрастную инъекционную массу (свинцовую акриловую краску) в объеме 70 мл вводили в нижнюю треть бедренной артерии после предварительного промывания артериального русла раствором гепарина (5000 ЕД/мл 5,0 и натрия хлорида 0,9% 200,0). После контрастирования сосудов при помощи портативного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-У» (ЭЛТЕХ-Мед, Россия) выполняли рентгенографию исследуемой области в двух проекциях — прямой подошвенной и боковой. Следует подчеркнуть, что рентгенограммы выполняли во всех случаях в стандартных укладках. Размер фокусного пятна используемого аппарата составлял 0,1 мм; напряжение — от 50 до 70 кВ; средний ток — 0,1 мА; время экспозиции — от 0,1 до 5,0 с. Расстояние от источника излучения до приемника изображения (кассеты) составляло 40 см. Рентгеновское изображение получали при помощи CR-системы. Морфометрические исследования подошвенных артерий выполняли на ангиорентгенограммах с помощью программы RadiAnt DICOM Viewer, которая при заданных параметрах съемки позволяет визуализировать и обрабатывать полученные ангиограммы, а также оценивать внутренний диаметр кровеносных сосудов с точностью до 0,1 мм.

Измерение внутреннего диаметра медиальной и латеральной подошвенных артерий проводилось в тыльной проекции таранно-пяточно-ладьевидного сустава. Диаметры подошвенных плюсневых артерий измеряли на 5 мм дистальнее от места их отхождения, а подошвенной дуги — на середине ее протяженности.

При оценке ангиорентгенограмм и в процессе послойного препарирования обращали внимание на расположение основных артерий относительно костных структур и суставов стопы.

Результаты исследования. На рентгеновских снимках, выполненных в боковой и прямой проекциях, отчетливо определялась архитектура подошвенных артерий стопы, их топографоанатомические отношения с костями и суста-

вами. В боковой проекции задняя большеберцовая артерия (ЗБА) поперечно пересекает проекцию пяточной кости позади медиальной лодыжки. В этом месте она отдает 3–4 пяточные ветви, которые в мягких тканях образуют обильную сеть анастомозов. Пяточные ветви древовидно разветвляются и постепенно достигают кожи в области пяточного бугра сзади и снизу. Примерно на середине проекции пяточной кости ЗБА продолжается в латеральную подошвенную артерию (ЛПА). На этом же уровне ответвляется медиальная подошвенная артерия (МПА), которая по диаметру обычно тоньше ЛПА. Далее ЛПА на подошвенной поверхности стопы направляется в латеральную сторону в одноименную борозду. Продолжаясь по данной борозде, она отдает многочисленные мелкие подошвенные ветви к коже и подкожной клетчатке латеральной стороны подошвы. На уровне бугристости V плюсневой кости ЛПА изгибается и формирует подошвенную дугу, направленную выпуклостью кпереди. Наиболее выпуклая часть дуги располагается на уровне проксимальной и средней частей плюсневых костей. ЛПА в проксимальном отделе первого плюсневого промежутка анастомозирует с подошвенной ветвью тыльной артерии стопы (ТАС). От подошвенной дуги в каждом межкостном промежутке отходят подошвенные плюсневые артерии, которые на уровне проксимальных фаланг делятся на собственные пальцевые. МПА располагается в одноименной подошвенной борозде. Диаметр плюсневых и пальцевых артерий во всех наблюдениях был наибольшим у артерий, васкуляризирующих большой палец, и наименьшим — у артерий мизинца (рис. 1).

По результатам ангиографии и препарирования в 70% наблюдений был обнаружен вариант преобладания ЛПА с наличием макроскопически видимых анастомозов между ветвями глубокой подошвенной дуги и конечными ветвями МПА (рис. 2).

При данном варианте ЗБА в проекции середины таранной кости продолжается в ЛПА. На данном уровне ответвляется одиночным стволом МПА, которая имеет очень маленький диаметр по сравнению с ЛПА. МПА от места отхождения направляется к латеральному краю I плюсневой кости, по ходу почти прямолинейно она проходит в проекции середины ладьевидной и промежуточной клиновидной кости, отдавая многочисленные ветви к мягким тканям. Сразу после отхождения МПА отдает хорошо выраженную медиальную подошвенную предплюсневую ветвь. Ответвляющиеся от глубокой подошвенной дуги ветви имеют макроскопически видимые анастомозы с конечными ветвями МПА.

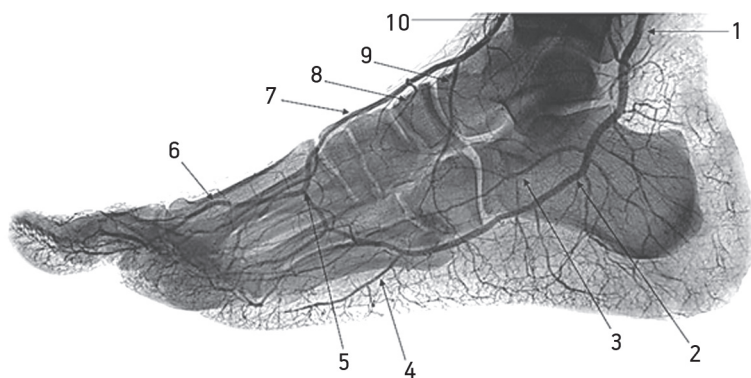


Рис. 1. Артерии стопы.

1 — задняя большеберцовая артерия; 2 — латеральная подошвенная; 3 — медиальная подошвенная; 4 — подошвенная плюсовая; 5 — глубокая подошвенная ветвь; 6 — тыльная плюсовая; 7 — тыльная; 8 — медиальная предплюсовая; 9 — латеральная предплюсовая; 10 — передняя большеберцовая. Поствитальная ангиограмма. Боковая проекция

ЛПА от места своего начала сразу направляется в латеральную сторону, образуя слегка выраженную выпуклость, вершина которой проецируется на кубовидную и латеральную клиновидную кости. На уровне III плюсовой кости ЛПА поворачивает в медиальном направлении, формируя глубокую подошвенную дугу. Кроме того, конечная часть

дуги в области I межплюсового промежутка по величине просвета превосходит ствол ЛПА, следовательно, васкуляризация дуги осуществляется за счет анастомоза с глубокой подошвенной ветвью из ТАС. В I–III межпальцевом промежутке от глубокой подошвенной дуги отходят подошвенные плюсовые артерии, которые имеют очень выраженную вариантную архитектонику и делятся на подошвенные пальцевые артерии. IV подошвенная плюсовая артерия при данном варианте всегда начинается непосредственно от ЛПА в пределах ее выпуклости.

В 12% случаев обнаружен вариант, при котором МПА и ЛПА имели примерно одинаковый диаметр, анастомозировали конечными ветвями между собой, формируя в пределах I межпальцевого промежутка макроскопически видимый анастомоз (рис. 3).

Данный анастомоз по диаметру не отличался от дистальных отделов ЛПА и МПА. Он располагается на уровне середине тела I плюсовой кости и основания II плюсовой кости. По сравнению с предыдущим вариантом ЛПА образует менее глубокую выпуклость в латеральную сторону, вершина которой достигает только основания III плюсовой кости. Диаметры ЛПА и МПА

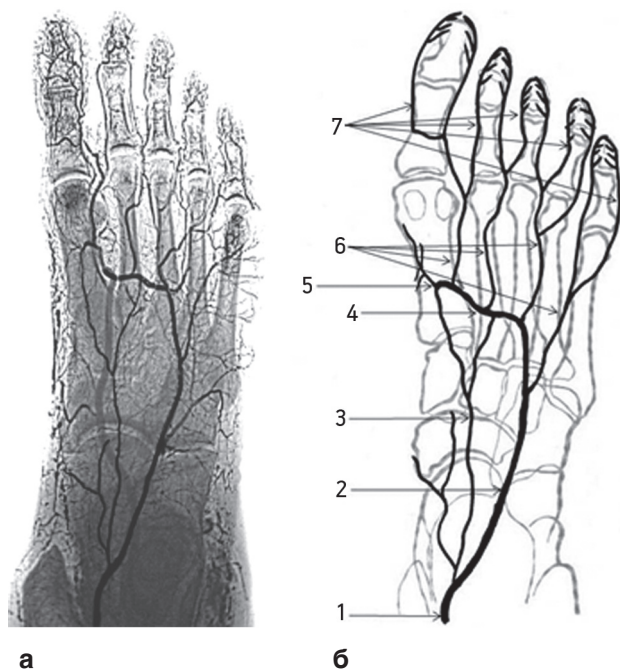


Рис. 2. Вариант преобладания латеральной подошвенной артерии с наличием макроскопически видимых анастомозов между ветвями от глубокой подошвенной дуги и медиальной подошвенной артерии (МПА) (1-й вариант).

а — ангиорентгенограмма подошвенных артерий; б — схема. 1 — задняя большеберцовая артерия; 2 — латеральная подошвенная артерия; 3 — медиальная подошвенная артерия; 4 — глубокая подошвенная дуга; 5 — анастомоз между МПА и ветвями глубокой подошвенной дуги; 6 — подошвенные плюсовые артерии; 7 — подошвенные пальцевые артерии

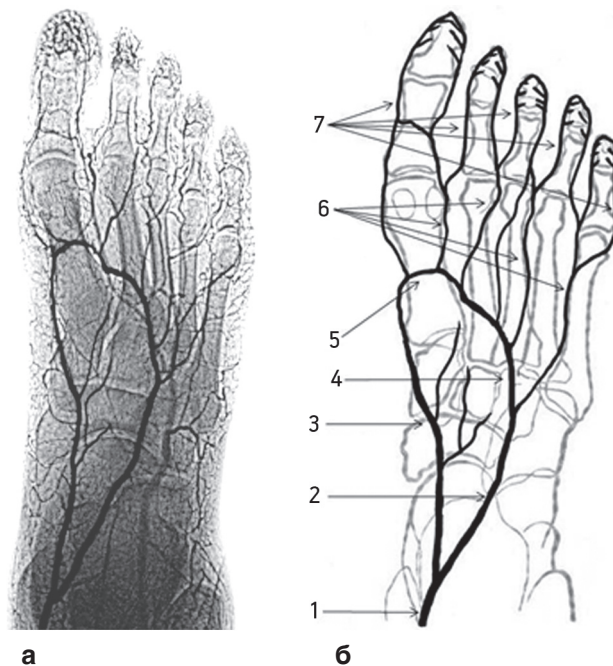


Рис. 3. Вариант равнозначных по диаметру латеральной и медиальной подошвенных артерий с наличием макроскопически видимых анастомозов между ними (2-й вариант).

а — ангиорентгенограмма подошвенных артерий; б — схема. Обозначения те же, что на рис. 2

в начальных отделах составляют 2,0–2,5 мм и на всем протяжении практически не уменьшаются. От МПА с медиальной стороны отходят очень мелкие многочисленные ветви к мягким тканям медиального ложа стопы. С латеральной стороны от нее отходят более крупные ветви к средней группе мышц подошвы и I межпальцевому промежутку — I подошвенная плюсневая артерия. Подошвенные плюсневые артерии, направляющиеся к II–IV межпальцевым промежуткам, ответвляются по магистральному типу от ствола ЛПА. Протяженность II–III и IV плюсневых артерий неодинакова, что обусловлено особенностями их отхождения от ствола ЛПА. Анастомоз с глубокой подошвенной ветвью из ТАС слабо выражен, поэтому глубокая подошвенная дуга при данном варианте короткая и образована за счет ЛПА. По ходу основного ствола ЛПА отходят 4–5 ветвей мелких веточек к мышцам латеральной группы.

В 11% наблюдений выявлен вариант, при котором МПА была слабо выражена, не имела видимых анастомозов с ЛПА и терялась в толще мягких тканей подошвы на уровне проекции клиновидных костей предплюсны (рис. 4).

ЛПА образовывала выпуклость в латеральную сторону, достигающую проекции середины кубовидной кости. От ствола ЛПА в латеральную сторону ответвляются 4–5 ветвей, васкуляризирующих кожу и латеральную группу мышц подошвы. ЛПА на уровне проекции кубовидной кости начинает делиться по рассыпному типу на подошвенные плюсневые артерии, причем первой ответвляется III плюсневая подошвенная артерия, а второй — IV. После отхождения этих ветвей диаметр ЛПА значительно уменьшается, и на формирование глубокой подошвенной дуги остается тонкий сосуд гораздо меньшего диаметра по сравнению с глубокой подошвенной ветвью ТАС. Можно полагать, что кровь в глубокую подошвенную дугу поступает из ТАС. Своеобразная архитектура ЛПА отражается на особенностях отхождения плюсневых и пальцевых подошвенных артерий. Отмечается их вариабельность по длине и отношению к костным структурам. МПА также после разделения по рассыпному типу направляется к мягким тканям подошвы в проекции таранной, ладьевидной, медиальной клиновидной костей. Здесь она делится на 3–5 мелких веточек, которые теряются в мягких тканях, не формируя макроскопически видимых анастомозов между собой и с ЛПА.

В 7% определялся вариант, при котором МПА по диаметру практически не уступает ЛПА и видимых макроанастомозов с ней не образует (рис. 5).

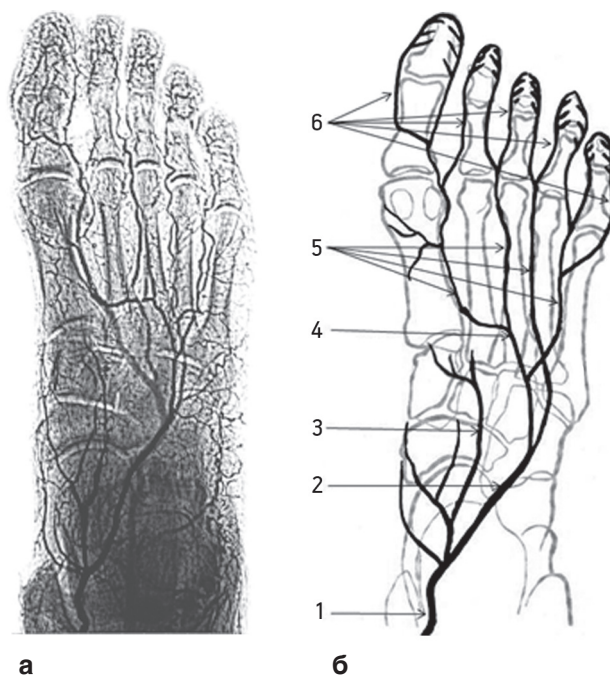


Рис. 4. Вариант существенного преобладания латеральной подошвенной артерии с отсутствием макроскопически видимых анастомозов с медиальной подошвенной артерией (3-й вариант).

а — ангиорентгенограмма подошвенных артерий; б — схема. 1 — задняя большеберцовая артерия; 2 — латеральная подошвенная артерия; 3 — медиальная подошвенная артерия; 4 — глубокая подошвенная дуга; 5 — подошвенные плюсневые артерии; 6 — подошвенные пальцевые артерии

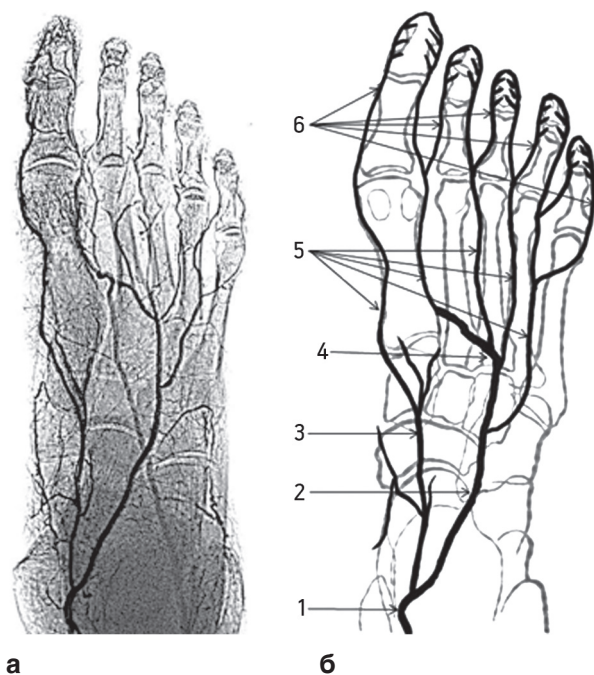


Рис. 5. Вариант хорошо развитых латеральной и медиальной подошвенных артерий с отсутствием макроскопически видимых анастомозов между ними (4-й вариант).

а — ангиорентгенограмма подошвенных артерий; б — схема (тыльные артерии на схеме отсутствуют). Обозначения те же, что на рис. 4

В связи с тем, что МПА хорошо развита, она отдает к медиальному краю I пальца собственную пальцевую артерию, которая отчетливо прослеживается на ангиограмме. Кроме того, по ходу МПА в латеральную и медиальную стороны ответвляются ветви к коже и мышцам подошвы. ЛПА в области предплюсны больше смещена к медиальному краю стопы. Ее выпуклость располагается почти на уровне проекции латерального края таранно-пяточно-ладьевидного сустава. При этом диаметр ЛПА на протяжении существенно не изменяется. Он несколько уменьшается при переходе ЛПА в глубокую подошвенную дугу. Последняя — очень короткая, простирается в проекции только основания II плюсневой кости. IV подошвенная плюсневая артерия отходит от ствола ЛПА, при этом она является наиболее крупной ветвью. I–III подошвенные плюсневые артерии отходят от короткой глубокой подошвенной дуги и направляются в соответствующие межкостные плюсневые промежутки. Конечные ветви ТАС и ЛПА по диаметру практически равны, следовательно, глубокая подошвенная дуга может равноценно получать кровь из двух этих источников.

Следует отметить, что в наших наблюдениях не было ни одного случая существенного преобладания по диаметру МПА над ЛПА. Сведения о внутренних диаметрах артерий подошвы приведены в *таблице*.

Обсуждение полученных данных. Сравнительный анализ выделенных четырех вариантов архитектоники подошвенных артерий и анализ морфометрических характеристик их диаметров, приведенных в таблице, свидетельствуют о наличии выраженных особенностей васкуляризации различных отделов стопы. Данное заключение особенно важно, если рассматривать кровоснабжение различных зон стопы с позиции ангиосомальной теории, т. е. изучения перфузии трехмерного блока тканей конкретной артерией [6, 13, 15, 17]. Важным фактором хорошей перфузии тканей является наличие макроскопи-

чески видимых анастомозов между магистральными артериями, которые позволяют доставлять кровь в ветви этих артерий при любых условиях нарушения притока крови по одному из сосудов. Для подошвы, которая может находиться под воздействием ортостатической нагрузки, данный фактор особенно значим. Кроме того, хорошо развитые анастомозы между магистральными артериями могут служить источником развития окольных путей кровотока при нарушениях их проходимости.

Исходя из указанного выше, среди выявленных в данном исследовании вариантов васкуляризации стопы наиболее благоприятными являются 1-й и 2-й. При 1-м варианте преобладает диаметр ЛПА с наличием макроскопически видимых анастомозов между ветвями от глубокой подошвенной дуги и МПА, а при 2-м варианте — ЛПА и МПА равнозначны по диаметру, и анастомоз между ними участвует в формировании глубокой подошвенной дуги. Действительно, для них характерны крупные просветы магистральных артерий подошвы и наличие макроскопически видимых анастомозов между ними. Это свидетельствует о высоких компенсаторно-приспособительных возможностях артериального русла при данных вариантах. Следует обратить внимание, что встречаются они наиболее часто: 1-й — в 70% наблюдений, 2-й — в 12%. 3-й вариант был выявлен в 11% наблюдений. При этом варианте МПА была слабо выражена, не имела видимых анастомозов с ЛПА и терялась в толще мягких тканей подошвы на уровне проекции клиновидных костей предплюсны. Можно полагать, что компенсаторные возможности при таком строении артериального русла стопы будут существенно ниже, и проводить прямую реваскуляризацию тканей при данном варианте вряд ли возможно. Сходное мнение о рентгенохирургической реваскуляризации высказывала Е.В.Сасина [10].

И наконец, в 7% наблюдений определялся 4-й вариант, при котором МПА по диаме-

Внутренние диаметры артерий подошвенной поверхности стопы при различных вариантах их архитектоники (мм)

Артерии	1-й вариант		2-й вариант		3-й вариант		4-й вариант	
	min-max	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min-max	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min-max	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min-max	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Медиальная подошвенная	0,8–1,4	1,20±0,07	2,0–2,4	2,2±0,3	1,2–1,8	1,6±0,3	1,8–2,3	2,0±0,4
Латеральная подошвенная	2,1–2,4	2,20±0,20	2,1–2,5	2,20±0,10	2,0–2,4	2,2±0,4	2,1–2,4	2,20±0,10
Подошвенная дуга	2,2–2,6	2,4±0,3	1,8–2,3	2,1±0,4	1,1–1,6	1,30±0,08	1,3–1,8	1,50±0,09

тру практически не уступает ЛПА, но видимых макроанастомозов с ней не образует. Однако хорошо развитая МПА отдает к I пальцу собственную пальцевую артерию. По нашему мнению, данный вариант занимает промежуточное положение между благоприятными (1-м и 2-м вариантами) и 3-м вариантом со сниженными компенсаторно-приспособительными характеристиками. Естественно, что хорошо выраженные магистрали с большим количеством ветвей имеют развитую сеть микроанастомозов. Последние при необходимости могут расширяться и превращаться в окольные пути кровотока. По данным В. Adachi [11] и R. Quain [16], МПА по калибру чаще меньше ЛПА (55–60%), реже она равна ей (32–39%) и редко превосходит ее (5–8%). В нашем исследовании вариантов с преобладанием диаметра МПА не наблюдалось. Для каждого из вариантов архитектоники артерий подошвы характерны определенные топографоанатомические отношения с костями и суставами стопы.

Морфометрические исследования свидетельствует о широком диапазоне различий между min и max значениями внутренних диаметров артерий подошвы. Варианты внутреннего диаметра глубокой подошвенной артериальной дуги обусловлены в одних случаях ее происхождением от тыльной артерии стопы, а в других — тем, что она формируется конечной частью латеральной подошвенной артерии.

Некоторые авторы также обращают внимание на многочисленные варианты отхождения подошвенных плюсневых артерий. По сообщениям В. Adachi [11], I–III артерии отходят от латеральной подошвенной артерии: I — всегда, III — в 75%, а IV — в 4% случаев. По нашим данным, самая крупная по диаметру — I пальцевая подошвенная артерия, а самая слабая — III. Подошвенные плюсневые артерии могут отходить раздельно или общим стволом: I и II — в 29,5%, II и III — в 9,2%, III и IV — в 15,3%.

Архитектоника артериального русла стопы различается по степени выраженности магистральных артерий и наличию макроскопически видимых анастомозов между ними. По этим признакам можно выделить 4 варианта архитектоники артерий подошвы. Наиболее часто встречающимся из них (70%) является вариант с преобладанием ЛПА по отношению к МПА и наличием развитых анастомозов между конечными ветвями МПА и ветвями глубокой подошвенной дуги, васкуляризируемой из ТАС. Для каждого из выделенных вариантов архитектоники подо-

швенных артерий характерны определенные топографоанатомические отношения с костями стопы, особенности отхождения ветвей и потенциальные компенсаторно-приспособительные возможности.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования: И. В. Г., А. А. Р., А. В. Я., Д. Ю. А.

Сбор и обработка материала: А. В. Я., Д. Ю. А.

Статистическая обработка данных: Д. Ю. А.

Анализ и интерпретация данных: И. В. Г., А. В. Я.

Написание текста: И. В. Г., А. В. Я.

Авторы сообщают об отсутствии в статье конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амосов Н. А. Типовая анатомия артериальной сети стопы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 1943. 340 с. [Amosov N. A. Typical anatomy of the arterial network of the foot: Cand. med. Sci. Dissertation. Perm', 1943. 340 p. In Russ.].
2. Бокерия Л. А., Алесян Б. Г. Руководство по рентгеноэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов: в 3 т. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2008. Т. 1: Рентгеноэндоваскулярная хирургия заболеваний магистральных сосудов. 598 с. [Bokeria L. A., Alekian B. G. Guide to X-ray endovascular surgery of the heart and blood vessels: in 3 vol. Moscow: NTSSKh im. A. N. Bakuleva RAMN, 2008. Vol. 1: X-ray endovascular surgery of great vessel diseases. 598 p. In Russ.].
3. Габбасов А. Г. Кровеносные сосуды стопы: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Казань, 1974. 27 с. [Gabbasov A. G. Blood vessels of the foot: Abstract of Doct. Med. Sci. Dissertation: Kazan', 1974. 27 p. In Russ.].
4. Ильчишин В. А. Анатомо-клинические обоснования аутопластики осевыми сложными кожными лоскутами со стопы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Киев, 1997. 22 с. [Il'chishin V. A. Anatomical-clinical substantiations of autoplasty by axial complex skin flaps from the foot: Abstract of Cand. Med. Sci. Dissertation. Kiev, 1997. 22 p. In Russ.].
5. Кованов В. В., Травин А. А. Хирургическая анатомия нижних конечностей. М.: Гос. изд-во мед. лит-ры, 1963. 525 с. [Kovanov V. V., Travin A. A. Surgical anatomy of the lower extremities. M.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo meditsinskoj literatury, 1963. 525 p. In Russ.].
6. Лужа Д. Рентгеновская анатомия сосудистой системы. М.: Книга по требованию, 2012. 375 с. [Luzha D. X-ray anatomy of the vascular system. Moscow: Kniga po trebovaniyu, 2012. 375 p. In Russ.].
7. Молер Э. Р. Заболевания периферических артерий. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 224 с. [Moler E. R. Diseases of peripheral arteries. Moscow: GEOTAR-Media, 2010. 224 p. In Russ.].
8. Покровский А. В. Клиническая ангиология. М.: Медицина, 1979. 368 с. [Pokrovskii A. V. Clinical Angiology. Moscow: Meditsina, 1979. 368 p. In Russ.].
9. Поспелова А. П. К анатомии артерий голени и стопы человека: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1955. 17 с. [Pospelova A. P. To the anatomy of the arteries of human leg and : Abstract of Cand. Med. Sci. Dissertation. Moscow, 1955. 17 p. In Russ.].

10. Сасина Е.В. Выбор объема и тактики рентгенхирургической реваскуляризации конечностей при критической ишемии: Автореф. дис. ... канд. д-ра мед. наук. Ростов н/Д, 2017. 175 с. [Sasina E.V. Choice of the volume and tactics of X-ray endoscopic revascularization of limbs in critical ischemia: Abstract of Doct. Med. Sci. Dissertation. Rostov-on-Don, 2017. 175 p. In Russ.].
11. Adachi B. Das Arterien System der Japaner. Vol. 1. Kyoto: Verlag der Kaiserlich Japanischen Universitat, Kenyusha Press, 1928. S. 29–41.
12. Attinger C.E., Cooper P., Blume P. Vascular anatomy of the foot and ankle // *Oper. Tech. Plast. Reconstr. Surg.* 1997. Vol. 4. P. 183–198.
13. Attinger C.E., Evans K.K., Bulan E. Angiosomes of the foot and ankle and clinical implications for limb salvage: reconstruction, incisions and revascularization // *Plast. Reconstr. Surg.* 2006. Vol. 117 (7 suppl.). P. 261–293.
14. Golas A.R. Aberrant lower extremity arterial anatomy in microvascular free fibula flap candidates: management algorithm and case presentations // *J. Craniofac. Surg.* 2016. Vol. 27, № 8. P. 2134–2137.
15. Hoyt R.E. Comment on: Peripheral arterial disease in people with diabetes. Consensus statement // *Diabetes Care.* 2003. Vol. 26. P. 12.
16. Quain R. The anatomy of the arteries of the human body and its applications to pathology and operative surgery, with a series of lithographic drawings. London: Taylor and Walton, 1844. 580 p.
17. Taylor G.I., Palmer J.H. The vascular territories (angiosomes) of the body: Experimental study and clinical implication // *Br. J. Plast. Surg.* 1987. Vol. 40. P. 113–141.
18. Yamada T., Glovinczki P., Bower T.C. Variations of the arterial anatomy of foot // *Am. J. Surg.* 1993. № 166 (2). P. 130–136.

Поступила в редакцию 05.06.2017

VARIANT ANATOMY OF PLANTAR ARTERIES AND THEIR TOPOGRAPHIC-ANATOMICAL RELATIONS WITH FOOT BONES AND JOINTS

Gaivoronskiy I.V.^{1,4}, Yanishevskiy A.V.², Rodionov A.A.⁴, Anokhin D.Yu.³

Objective — to determine, using the postvital angiography and preparation, the most frequently encountered variants of the architectonics of the sole arteries and to estimate their morphometric characteristics and topographic-anatomical relations with the bones and joints of the foot.

Materials and methods. Blood vessels of the leg and foot of 60 lower extremities of the dead bodies of adult persons were injected with the incompressible hardening radiopaque masses, followed by radiography.

Results. Architectonics of the arterial bed of the foot differed by the degree of development of major arteries and by the presence of macroscopically visible anastomoses between them. On these grounds, 4 main variants of architectonics of the arteries of the foot were distinguished. The most common of them (70%) was the variant with the predominance of the lateral plantar artery and the presence of prominent anastomoses between the terminal branches of the medial plantar artery and the branches of the deep plantar arch vascularized from the dorsal artery of the foot. Much less common were the variants with the equal diameters of lateral and medial arteries of the foot and those with no macroscopically visible anastomoses between these arteries.

Conclusions. Morphometric studies indicate a wide range of differences between the minimum and maximum values of the internal diameters of the arteries of the foot.

Key words: *foot, plantar arteries, variant anatomy, postvital angiography, morphometry*

¹ Department of Normal Anatomy, ² Department of General Surgery, ³ Department of Roentgenology and Radiology with the Course of Ultrasound Diagnostics, S.M. Kirov Military Medical Academy, 6 Academician Lebedev St., St. Petersburg 194044; ⁴ Department of Morphology, Faculty of Medicine, St. Petersburg State University, 7–9 Universitetskaya Embankment, St. Petersburg 199034