

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗНОГО ТИПА СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВНУТРИОРГАННОГО ВЕНОЗНОГО РУСЛА СЕЛЕЗЕНКИ

© Дадашев А.Ш.¹, Милтых И.С.², Зенин О.К.², Кафаров Э.С.¹¹ Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова (ЧГУ)

Россия, 364093, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Шерипова, д. 32

² Пензенский государственный университет (ПГУ)

Россия, 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Красная, д. 40

Цель: установить морфометрические особенности разного типа структурных компонентов – бионитов (BU) внутриорганного венозного русла селезенки (ВВРС) лиц мужского и женского пола, 1-го и 2-го периодов зрелого возраста.

Материалы и методы. В основу работы положены результаты морфометрического исследования коррозионных препаратов ВВРС 64 человек (32 мужчины, 32 женщины; 32 первого периода зрелого возраста, 32 второго периода зрелого возраста), умерших от случайных причин в возрасте от 21 до 60 лет. Измеряли диаметры (D) и длины (L) венозных сегментов составляющих BU. ВВРС представляли как систему, состоящую из четырех типов BU: 1 – полная асимметрия, величины внутренних диаметров проксимального сегмента (D), дистального сегмента с большим диаметром (dmax) и дистального сегмента с меньшим диаметром (dmin) не равны – $D \neq dmax \neq dmin$; 2 – боковая асимметрия, $D = dmax$ и $dmax \neq dmin$; 3 – односторонняя симметрия – $D \neq dmax$ и $dmax = dmin$; 4 – полная симметрия, $D = dmax = dmin$.

Результаты. Установлено: присутствие в составе ВВРС всех четырех типов BU; относительное количество, от общего числа BU ВВРС тип 1 составляет 55,2%; тип 2 – 4,7%, тип 3 – 38,0%, тип 4 – 2,1%; наличие достоверной связи между относительным количеством BU разного типа, полом и возрастной группой; определены размеры всех четырех типов BU; самые большие размеры имеет BU 1-го типа, а самые маленькие – BU 4-го типа; самые симметричные биониты 3-го и 4-го типов, самые асимметричные – 1-го и 2-го типов; относительное количество BU 1-го типа уменьшается, BU 3-го типа увеличивается, а 2-го и 4-го типов практически не меняется в направлении от проксимальных участков русла к дистальным.

Заключение. Полученные результаты могут служить фундаментом для создания морфометрического эталона ВВРС и должны учитываться при его численном моделировании.

Ключевые слова: селезенка; морфометрия; венозное русло; структурный компонент; типы бионитов.

Дадашев Али Шарудиевич – аспирант кафедры «Нормальная и топографическая анатомия с оперативной хирургией», ассистент, ЧГУ, г. Грозный. ORCID iD: 0000-0001-8502-0841. E-mail: mukulatura95@mail.ru

Милтых Илья Сергеевич – студент, Медицинский институт ПГУ, г. Пенза. ORCID iD: 0000-0002-9130-3255. E-mail: contact@miltykh.com

Зенин Олег Константинович – д-р мед. н., профессор; профессор кафедры «Анатомия человека», ПГУ, г. Пенза. ORCID iD: 0000-0002-5447-1989. E-mail: zen.olegz@gmail.com (автор, ответственный за переписку)

Кафаров Эдгар Сабирович – д-р мед. н., доцент, зав. кафедрой «Нормальная и топографическая анатомия с оперативной хирургией», ЧГУ, г. Грозный. ORCID iD: 000-0001-9735-9981. E-mail: Edgar-kafaroff@yandex.ru

В связи с развитием современных методов прижизненного исследования структурных компонентов внутриорганного сосудистого русла внутренних органов встает вопрос об интерпретации полученных результатов [1]. Т.е. что рассматривать в качестве показателей «нормального» строения русла [2]? Как правило, под «нормальным» строением подразумевают такую структуру, которая обеспечивает оптимальное функционирование, т.е. функционирование с минимальными затратами биологического материала и энергии, необходимой для осуществления жизнедеятельности. А само русло представляют как систему, состоящую из взаимосвязанных и определенным образом расположенных оптимальных структурных компонентов [3]. Сегодня известно немало работ, посвященных поиску морфометрического эталона строения внутриорганного сосудистого русла,

основанного на морфометрическом исследовании структурных компонентов, входящих в состав нормального (в понимании «оптимального») сосудистого русла [4, 5]. В основном работы посвящены исследованию количественной анатомии структурных компонентов артериального русла, таких жизненно важных органов, как сердце [6], головной мозг [7] и почка [8]. Эти исследования открывают новые перспективы для решения актуальных медицинских задач в плане диагностики, проведения органосберегающих операций, прогнозирования исходов ангиопластических вмешательств, решения образовательных проблем и др.

Однако внутриорганное сосудистое русло селезенки человека, особенно венозное русло, остается незаслуженно малоисследованным, несмотря на то, что количество повреждений селезенки, требующих ее удаления, неуклонно

растет [9, 10]. А также на то, что селезенка является важнейшим органом иммунной системы и современные методы оперативного вмешательства позволяют проводить органосберегающие операции. Особенно актуально сохранение селезенки для лиц социально активного возраста (1-й и 2-й периоды зрелого возраста). Вышесказанное определило цель настоящего исследования.

Цель: установить морфометрические особенности разного типа структурных компонентов (BU) внутриорганного венозного русла селезенки (ВВРС) лиц мужского и женского пола, 1-го и 2-го периодов зрелого возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были исследованы коррозионные препараты ВВРС 64 человек, умерших от случайных причин в возрасте от 21 до 60 лет. Использована возрастная периодизация, принятая на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии в 1965 году.

Коррозионные препараты ВВРС изготавливали по стандартной методике [11]. Для изготовления коррозионных препаратов забор секционного материала проводили в соответствии со следующими критериями: селезенки, полученные на аутопсии у лиц обоего пола в возрасте от 21 до 60 лет, погибших от случайных причин (32 мужчины, 32 женщины; 32 первого периода зрелого возраста, 32 второго периода зрелого возраста), не связанных с патологией селезенки и сосудистого русла, масса 150-190 г, отсутствие внешних повреждений. Критерии исключения: возраст пострадавших меньше 21 и больше 60 лет; механические повреждения органа; в анамнезе заболевания селезенки; визуально обнаруженные деформации и аномалии сосудистого русла. Регистрировали: пол, возраст, дату смерти, дату вскрытия, дату эксперимента, вес органа, № протокола вскрытия, причину смерти.

Русло было представлено в виде связанных графов, где вершины соответствовали точкам объединения (слияния), а ребра — венозным сегментам. Вершины графа нумеровали произвольно и одинаково для всех исследованных случаев [8]. Для каждого венозного сегмента коррозионных препаратов ВВРС были измерены: диаметр (D) венозного сегмента в его центральной части (на середине расстояния между ближайшими точками объединения) в миллиметрах (мм) и длина (L) венозного сегмента в миллиметрах (мм), определяемая как расстояние между двумя ближайшими точками объедине-

ния, с точностью измерения до 0,01 мм. Минимальный диаметр слепков артериальных сегментов, измеренный по данной методике, составил 0,1 мм. Полученные данные заносились в специальные таблицы (Microsoft Office Excel): первый столбец базы — номер протокола; 2 — возрастная группа (1 — первый период зрелого возраста, 2 — второй период зрелого возраста); 3 — пол (1 — мужской, 2 — женский); 4 — условный адрес начала сегмента; 5 — условный адрес конца сегмента; 6 — D (мм); 7 — L (мм).

Слепки ВВРС сканировали на микротомографе BRUKER SkyScan 1178 (Bruker; Billerica, США) и анализировали с помощью программного пакета blender с надстройкой NeuroMorph Measuring tools [12].

По аналогии с бифуркационной (дихотомической) моделью артериальных русел венозное русло состоит из отдельных структурных компонентов, «двойных объединений» — биунит (bi-unit) (BU) (от лат. *bi* — двойной, *unitum* — объединенный) венозных сегментов, т.е. структур, состоящих из двух дистальных сегментов (корней), одного проксимального (вновь образовавшийся венозный сегмент) и точки их объединения. При этом под венозным сегментом подразумевается участок венозного русла между ближайшими точками соединения (объединения). BU ВВРС были разделены на четыре типа: 1 — полная асимметрия, величины внутренних диаметров проксимального сегмента (D), дистального сегмента с большим диаметром (dmax) и дистального сегмента с меньшим диаметром (dmin) не равны — $D \neq d_{\max} \neq d_{\min}$; 2 — боковая асимметрия, $D = d_{\max}$ и $d_{\max} \neq d_{\min}$; 3 — односторонняя симметрия — $D \neq d_{\max}$ и $d_{\max} = d_{\min}$; 4 — полная симметрия, $D = d_{\max} = d_{\min}$.

В рамках исследования были определены следующие параметры [8]: Gr — номер генерации — порядковый номер группы вен, которая только что образовалась и к которой относится данный сегмент. Под «венной» понимали линейную структуру, состоящую из дистальных сегментов с большим внутренним диаметром; i — уровень деления, представляющий собой новый ряд венозных сегментов; FF1 — фактор формы, определяемый как $FF1 = 2L/D$; η — коэффициент ветвления, вычисляемый как $\eta = (d_{\max}^2 + d_{\min}^2)/D^2$; γ — коэффициент асимметрии, определяемый как $\gamma = (d_{\min}/d_{\max})^2$.

Для получения репрезентативной выборки применяли — «метод многоступенчатой гнездовой выборки» по методике Автандилова Г.Г. [13].

Для определения характера распределения величин изучаемых параметров использовали критерий Колмогорова–Смирнова. Для оценки

различий между группами использовали критерий Краскела–Уоллиса (Kruskal–Wallis) для независимых выборок. В ходе работы были определены медианы, 95% доверительный интервал медианы и относительное количество категориальных величин на разных генерациях и уровнях деления. Статистический анализ проведен с использованием языка R [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общее число исследованных BU ВВРС составило 6917 шт. Исследуемые биониты располагались на 24 уровнях деления и составляли 9 генераций (рис. 1).

Далее была осуществлена проверка распределений величин изучаемых показателей на соответствие нормальному закону распределения. В ходе исследования установлено, что характер распределения величин всех изучаемых показателей абсолютных (диаметр и длина сегмента) и относительных ($FF1$ – фактор формы, η – коэффициент ветвления, γ – коэффициент асимметрии) отличается от нормального закона распределения.

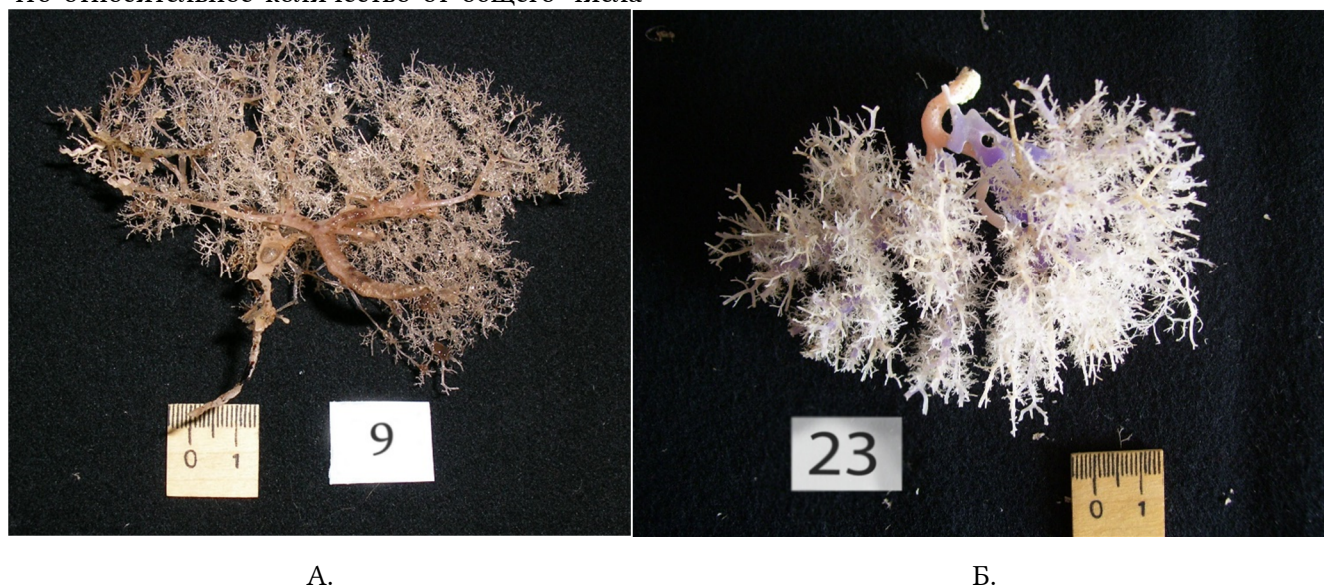
Затем в соответствии с целью исследования все BU ВВРС были разделены на четыре типа: BU тип 1 – полная асимметрия, $D \neq d_{\max} \neq d_{\min}$; BU тип 2 – боковая асимметрия, $D = d_{\max}$ и $d_{\max} \neq d_{\min}$; BU тип 3 – односторонняя симметрия – $D \neq d_{\max}$ и $d_{\max} = d_{\min}$; BU тип 4 – полная симметрия, $D = d_{\max} = d_{\min}$.

Анализ коррозионных препаратов показал, что относительное количество от общего числа

BU ВВРС тип 1 (полная асимметрия) составляет 55,2%; BU ВВРС тип 2 (боковая асимметрия) – 4,7%, BU ВВРС тип 3 (односторонняя симметрия) – 38,0%, BU ВВРС тип 4 (полная симметрия) – 2,1%.

Установлено, что в составе ВВРС лиц мужского пола относительное количество BU 1-го типа – полная асимметрия (56,0%), 2-го типа – боковая асимметрия (6,6%) и 4-го типа – полная симметрия (3,2%) больше, чем в составе ВВРС лиц женского пола – 54,6%; 3,0% и 1,1%, соответственно. А относительное количество BU 3-го типа односторонняя симметрия в составе ВВРС лиц мужского пола (34,2%) меньше, чем в составе ВВРС лиц женского пола – 41,3%. Относительное количество BU 1-го типа – полная асимметрия (53,8%), 2-го типа – боковая асимметрия (3,9%) и 3-го типа односторонняя симметрия (2,0%) в составе ВВРС лиц 1-го периода зрелого возраста меньше, чем в составе ВВРС лиц 2-го периода зрелого возраста – 56,6%; 5,4% и 2,2%, соответственно. А относительное количество BU 3-го типа односторонняя симметрия (40,3%) больше в составе ВВРС лиц 1-го периода зрелого возраста, чем в составе ВВРС лиц 2-го периода зрелого возраста – 35,8% (рис. 2).

Полученные данные убедительно свидетельствуют о наличии всех четырех типов BU ВВРС (полная асимметрия, боковая асимметрия, односторонняя симметрия и полная симметрия). Установлена связь между относительным количеством BU разного типа, полом и возрастной группой.



А.

Б.

Рис. 1. Коррозионные препараты ВВРС. А. Муж., 1-й зрелый возраст; Б. Жен., 1-й зрелый возраст.

Fig. 1. Corrosion casts of splenic venous vasculature. A. Male, 1st mature age; B. Female, 1st mature age.

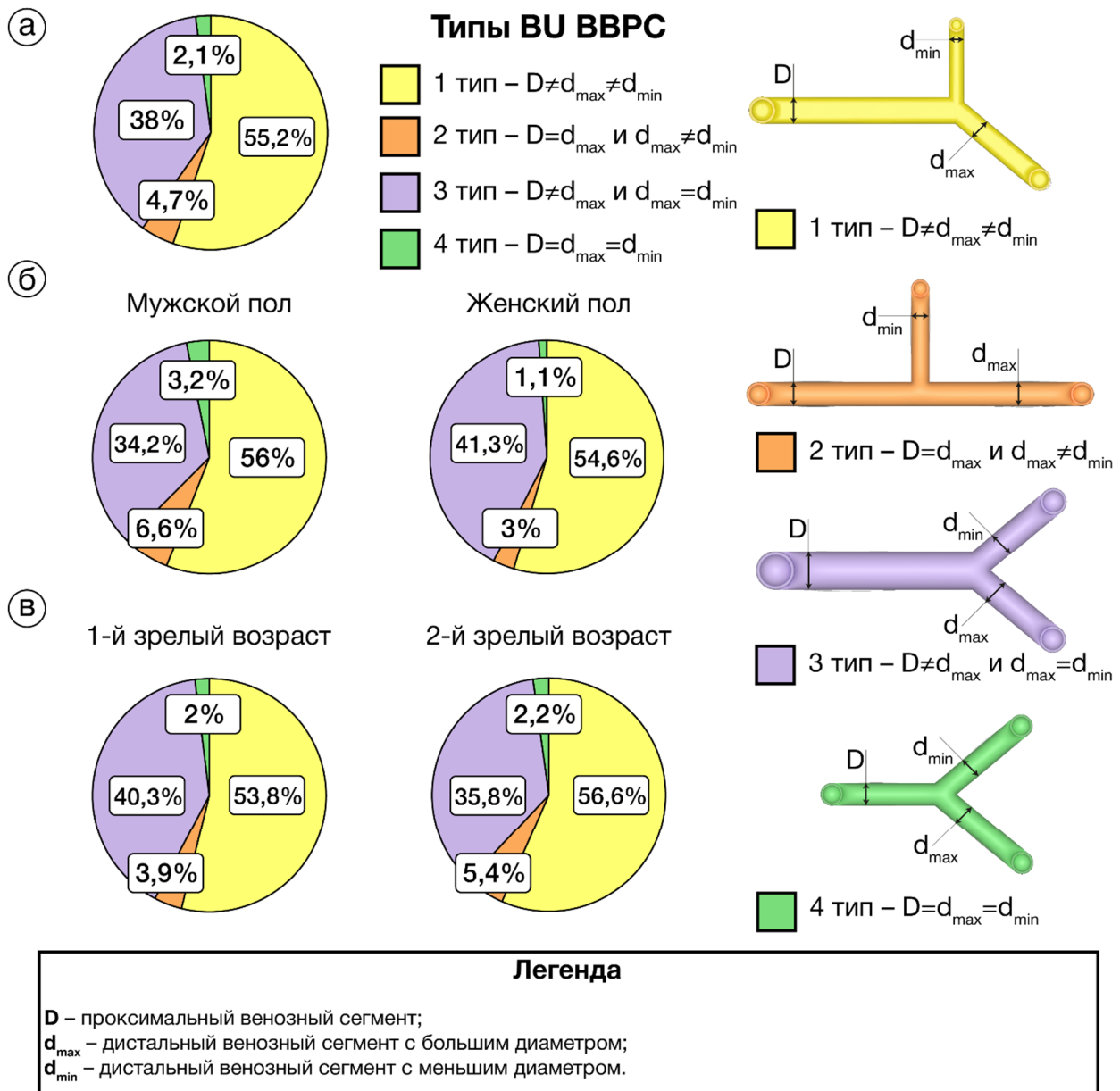


Рис 2. Относительное количество разных типов ВУ, входящих в состав коррозионных препаратов ВВРС (а) лиц различного пола (б) и возраста (в).

Fig 2. Relative amount of various types of BU in splenic venous vasculature corrosion casts (a) according to sex (b) and age (c) groups.

На следующем этапе исследования были определены величины изучаемых абсолютных и относительных показателей различных типов ВУ ВВРС. Результаты представлены в таблице 1.

Значения медиан диаметров (D , мм) проксимальных сегментов исследуемых объектов в порядке убывания расположились следующим образом (Me (95%ДИ): ВУ (1-й тип) полная асимметрия 0,8 (0,8;0,9); ВУ (2-й тип) боковая асимметрия 0,35 (0,3;0,5); ВУ (3-й тип) односторонняя симметрия 0,2 (0,2;0,2); ВУ (4-й тип) полная симметрия 0,1 (0,1;0,1) ($p=0,0001$, здесь и далее по тексту использовали критерий Краскала-Уоллиса (Kruskal-Wallis) для независимых выборок). Т.е. наибольшим диаметром проксимальных сегментов, входящих в состав бионита,

обладают структурные компоненты ВУ 1 типа, наименьшим – ВУ 4-го типа. Значения медиан длин (L , мм) проксимальных сегментов исследуемых объектов, в порядке убывания, расположились следующим образом (Me (95%ДИ): ВУ (1-й тип) полная асимметрия 3,1 (3,1;3,2); ВУ (3-й тип) односторонняя симметрия 2,8 (2,7;3); ВУ (2-й тип) боковая асимметрия 2,5 (2,4;2,8); ВУ (4-й тип) полная симметрия 2 (1,8;2,1) ($p=0,0001$). Сравнительный анализ размеров длин проксимальных сегментов разного типа структурных компонентов показал, что, максимальная величина длины характерна для ВУ (1 тип), минимальная – для ВУ (4 тип), т.е. также как и значение диаметра.

Таким образом, сравнительный анализ абсолютных размеров сегментов бионитов показал, что наибольшими размерами обладают структурные компоненты ВВРС 1-го типа, наименьшими – 4-го типа.

Среди значений фактора формы FF1 максимальная величина (Me (95%ДИ) у BU 4-го типа (полная симметрия) 24 (24;28), минимальная – у BU 1-го типа (полная асимметрия) 8 (8;8,4). Значения этого показателя меньше у BU 2-го типа (боковая асимметрия) 11,33 (9,6;13,33), чем у BU 3-го типа (односторонняя симметрия) 20 (20;21) ($p=0,0001$). Величины показателя η – коэффициента ветвления, в порядке убывания расположились следующим образом (Me (95%ДИ): BU 4-го типа (полная симметрия) 2 (2;2); BU 2-го типа (боковая асимметрия) 1,25 (1,25;1,44); BU 1-го типа (полная симметрия) 0,63 (0,63;0,64) и BU 3-го типа (односторонняя симметрия) 0,5 (0,5;0,65) ($p=0,0001$). Т.е. максимальное значение коэффициента ветвления характерно для BU 4-го типа, а минимальное – для BU 3-го типа. Наибольшее значение γ – коэффициента асимметрии (Me (95%ДИ) характерно для BU 3-го типа (односторонняя симметрия) 1 (1;1) и BU 4-го типа (полная симметрия) 1 (1;1), наименьшее – для 1-го типа (полная асимметрия) 0,25 (0,25;0,33) и BU 2-го типа (боковая асимметрия) 0,25 (0,25;0,44) ($p=0,0001$), т.е. самые симметричные биониты 3-го и 4-го типов, самые асимметричные – 1-го и 2-го типов, что и следует из их названий.

Установленные факты следует учитывать при численном моделировании ВВРС человека и использовать при создании морфометрического эталона нормы рассматриваемого объекта.

На заключительном этапе был проведен анализ расположения различных типов BU на разных номерах генераций и уровнях деления ВВРС (рис. 3). С увеличением номера генерации отно-

сительное количество BU 1-го типа заметно уменьшается, в противоположность этому относительное количество BU 3-го типа увеличивается, а BU 2-го и 4-го типов существенно не меняется. Похожая картина наблюдается для расположения BU различного типа на разных уровнях деления до примерно 15-16 уровня деления. Третий – четвертый номер генерации и 9-10 уровень деления являются «ключевой точкой», где относительное количество BU 1-го и 3-го типов одинаково. По всей видимости, эта топографическая точка играет важную роль в функционировании всего ВВРС и может служить в качестве основного диагностического объекта. Морфометрические характеристики BU в данной точке, а также ее расположение, вероятно, можно использовать в качестве морфометрического эталона. Т.е. смещение точки пересечения кривых, описывающих изменение относительного количества BU 1-го и 3-го типов, может быть расценено как отклонение от нормы строения ВВРС. Определение морфометрического эталона и морфометрического критерия нормы ВВРС представляет собой актуальную проблему медицины.

Современные исследования направлены на изучение внутриорганных сосудистых русел разных органов как фрактальных или квазифрактальных систем [8, 15]. Для описания структуры внутриорганных сосудистых русел были разработаны концептуальные модели: сегментарная, дихотомическая, стволовая. Они основаны на представлении русла как системы самоподобных и взаимосвязанных структурных компонентов: сосудистых сегментов, бифуркаций, стволов. Эти модели позволяют не только установить морфометрический эталон, но и восстановить структуру ВВРС до дистального уровня деления по проксимальным участкам, доступным для лучевых методов исследования [16-19].

Таблица 1

Table 1

Величины абсолютных и относительных показателей различных типов BU ВВРС

Values of the absolute and relative parameters in different types of splenic venous vasculature's BUs

Показатель Indicator	Тип BU BU type				p
	BU 1-го типа Type1 BU (N=55.2%)	BU 2-го типа Type2 BU (N=4.7%)	BU 3-го типа Type 3 BU (N=38.0%)	BU 4-го типа Type 4 BU (N=2.1%)	
Gr	3 (3;4)	3 (3;4)	4 (4;5)	4 (4;5)	0.0001
i	7 (7;8)	9 (9;10)	9 (9;10)	12 (12;13)	0.0001
D (Me (95% CI)) (мм/mm)	0,8 (0,8;0,9)	0,35 (0,3;0,5)	0,2 (0,2;0,2)	0,1 (0,1;0,1)	0.0001
dmax (Me (95% CI)) (мм/mm)	0,5 (0,5;0,6)	0,35 (0,3;0,5)	0,1 (0,1;0,1)	0,1 (0,1;0,1)	0.0001
dmin (Me (95% CI)) (мм/mm)	0,2 (0,2;0,3)	0,1 (0,1;0,1)	0,1 (0,1;0,1)	0,1 (0,1;0,1)	0.0001
L (Me (95% CI)) (мм/mm)	3,1 (3,1;3,2)	2,5 (2,4;2,8)	2,8 (2,7;3)	2 (1,8;2,1)	0.0001
FF1 (Me (95% CI))	8 (8;8,4)	11,33 (9,6;13,33)	20 (20;21)	24 (24;28)	0.0001
η (Me (95% CI))	0,63 (0,63;0,64)	1,25 (1,25;1,44)	0,5 (0,5;0,65)	2 (2;2)	0.0001
γ (Me (95% CI))	0,25 (0,25;0,33)	0,25 (0,25;0,33)	1 (1;1)	1 (1;1)	0.0001



Рис. 3. Расположение различных типов BU на разных номерах генерации и уровнях деления, результаты морфометрии коррозионных препаратов ВВРС. Где: 1, BU 1-й тип – полная асимметрия; 2, BU 2-й тип – боковая асимметрия; 3, BU 3-й тип – односторонняя симметрия; 4, BU 4-й тип – полная симметрия.

Fig. 3. Arrangement of various BU types at different generation and division levels, results of morphometry of splenic vasculature corrosion casts. Where: 1,

BU type 1 complete asymmetry; 2, BU type 2 lateral asymmetry; 3, BU type 3 unilateral symmetry; 4, BU type 4 complete symmetry

Наиболее известна дихотомическая модель сосудистого русла, основанная на работах Roux, Murray, Uyilings, Zamir и др. [20-24]. Эти авторы рассматривали артериальное русло как систему «оптимальных» бифуркаций, обеспечивающих минимальные затраты на транспорт крови [25]. В данной работе применена аналогичная методика для исследования ВВРС. Известно, что формирование дистальных артериальных сегментов происходит путем деления проксимальных, а венозные проксимальные сегменты образуются путем слияния дистальных. Поэтому мы сочли возможным рассматривать в качестве

структурных компонентов (фракталов) не разветвления сосудистых сегментов – бифуркации (дихотомии), а их объединения, которые назвали «двойные объединения» – биунит (bi-unit) (BU) (от лат. *bi* – двойной, *unitum* – объединенный).

В порядке дискуссии. Описанные факты, возможно, характерны только для ВВРС человека. Известно, что различные паренхиматозные органы выполняют разные функции и, следовательно, структура внутриорганных русел и структурных компонентов, составляющих эти русла, может быть различна. Умозрительно

можно предположить, что наиболее высоким сопротивлением току крови обладают ВУ ВВРС 4-го типа, а самым низким — ВУ ВВРС 1-го или 2-го типа, т.к. для структурных компонентов 1-го типа характерен наибольший размер диаметра, а для ВУ ВВРС 4-го типа — наименьший. В противоположность сказанному в отношении расхода биологического материала ВУ ВВРС 4-го типа более «оптимальны», чем ВУ ВВРС 1-го типа. Поэтому, если следовать принципу оптимальности Вильгельма Ру, трудно сказать, какие именно типы ВУ ВВРС оптимальные («нормальные»). Можно также предположить, что функции, выполняемые ВУ ВВРС разных типов, не ограничиваются только проведением крови с наименьшими затратами. Проверить истинность сделанных предположений могло бы помочь специальное исследование. Сказанное нацеливает на проведение сравнительного количественного исследования всего возможного спектра выполняемых разными типами ВУ функций. Это может быть проведение и распределение крови, а также функция опоры. Необходимо осуществить подобные исследования в отношении внутриорганных венозных русел других паренхиматозных органов, например, почки и печени.

Результаты исследования количественной анатомии ВВРС человека как системы взаимосвязанных структурных компонентов различного типа, лиц обоего пола, первого и второго периодов зрелого возраста расширяют научные представления о морфометрических особенностях этого органа иммунной системы, что позволяет сделать важный шаг на пути создания морфометрического эталона нормы рассматриваемого объекта. Подводя итог, следует заметить, что полученные результаты являются фундаментом для дальнейших исследований и могут быть использованы в научной, педагогической и практической деятельности специалистов соответствующего профиля.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Данная работа одобрена Локальным этическим комитетом при Медицинском институте ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», (Протокол № 258/24-77 от «16» октября 2023 г.).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Дадашев А.Ш. — сбор и анализ данных, написание статьи; Милтых И.С. — статистический анализ, подготовка текста статьи, научное и техническое редактирование; Зенин О.К., Кафаров Э.С. — разработка концепции и дизайна исследования, критический пересмотр рукописи с внесением ценного интеллектуального содержания.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Амосов В.И., Золотницкая В.П. Кровообращение в легких: лучевые методы диагностики изменений микроциркуляции в малом круге. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2019;18(1):5–16 [Amosov V.I., Zolotnitskaia V.P. Blood circulation in the lungs: radiologic methods of diagnosing microcirculation changes in the small circle of circulation. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2019;18(1):5–16 (in Russ.)]. DOI: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-5-16. EDN HWDAST.
- Зенин О.К., Кафаров Э.С., Косников Ю.Н., Байсултанов И.Х., Дмитриев А.В., Батаев Х.М. *Аналитическая и трехмерная (3D) анатомия сосудистого русла почки человека*. Изд-во Чеченского гос. ун-та; 2021. [Zenin O.K., Kafarov E.S., Kosnikov Yu.N., Baisultanov I.H., Dmitriev A.V., Bataev H.M. *Analytical and three-dimensional (3D) anatomy of the human renal vascular bed* Kadyrov Chechen State University Publishing; 2021 (in Russ.)].
- Kopylova V.S., Boronovskiy S.E., Nartsissov Y.R. Fundamental principles of vascular network topology. *Biochem Soc Trans*. 2017;45(3):839–844. DOI: 10.1042/BST20160409.
- Qi Y., Roper M. Control of low flow regions in the cortical vasculature determines optimal arteriovenous ratios. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2021;118(34):e2021840118. DOI: 10.1073/pnas.2021840118.
- Fleischer S., Tavakol D.N., Vunjak-Novakovic G. From Arteries to Capillaries: Approaches to Engineering Human Vasculature. *Adv Funct Mater*. 2020;30(37):1910811. DOI: 10.1002/adfm.201910811.
- Лежнина О.Ю., Коробкеев А.А., Мингалиева О.Н., Баранова Н.В. Анатомические особенности конструкции коронарного русла сердца. *Морфология*. 2019;155(2):174–175 [Leznina O.Yu., Korobkeev A.A., Mingaliev O.N., Baranova N.V. Anatomical peculiarities of the design of the coronary bed of the heart. *Morphologia*. 2019;155(2):174–175 (in Russ.)]. EDN: QUZZNA.
- Зенин О.К., Дмитриев А.В., Довгялло Ю.В., Гаврюшин М.А. Морфометрическая характеристика артериального русла головного мозга человека в соответствии с сегментарной моделью его строения. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2020;53(1):76–82 [Zenin O.K., Dmitriev A.V., Dovgiallo Yu.V., Gavryushin M.A. Morphometric characteristic of the human brain arterial bed in accordance with the segmentary model of its structure. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy Povolzhskiy region Meditsinskie nauki*. 2020;53(1):76–82 (in Russ.)].

- DOI: 10.21685/2072-3032-2020-1-9. EDN: AIVNLV.
8. Зенин О.К., Милтых И.С., Дмитриев А.В., Юрченко О.О. Морфометрический анализ применимости уравнений Murray C.D. для численного моделирования сосудистых дихотомий почки человека. *Siberian Journal of Life Science and Agriculture*. 2021;13(3):170–192 [Zenin O.K., Milytkh I.S., Dmitriev A.V., Iurchenko O.O. Morphometric analysis of C.D. Murray's law appliance for numerical modeling of vascular dichotomies of kidneys. *Siberian Journal of Life Science and Agriculture*. 2021;13(3):170–192 (in Russ.)]. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-3-170-192. EDN: FZZROU.
 9. El-Matbouly M., Jabbour G., El-Menyar A., Peralta R., Abdelrahman H., Zarour A., Al-Hassani A., Al-Thani H. Blunt splenic trauma: Assessment, management and outcomes. *Surgeon*. 2016;14(1):52–58. DOI: 10.1016/j.surge.2015.08.001.
 10. Spittle A., Britcliffe A., Hamilton M.J. Splenic trauma in the Northern Territory; the impact of an interventional radiology service on splenic trauma management and outcomes. *Heliyon*. 2023;9(6):e16993. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e16993.
 11. Kafarov E.S., Milytkh I., Dmitriev A.V., Zenin O.K. Anatomical variability of kidney arterial vasculature based on zonal and segmental topography. *Heliyon*. 2023;9(4):e15315. DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e15315.
 12. Jorstad A., Nigro B., Cali C., Wawrzyniak M., Fua P., Knott G. NeuroMorph: a toolset for the morphometric analysis and visualization of 3D models derived from electron microscopy image stacks. *Neuroinformatics*. 2015;13(1):83–92. DOI: 10.1007/s12021-014-9242-5.
 13. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии. Медицина; 2002. [Avtandilov G.G. *Fundamentals of Quantitative Pathological Anatomy*. Meditsina; 2002. (in Russ.)].
 14. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*; 2021. <https://www.R-project.org/>
 15. Dmitriev A., Dovgiallo Yu., Zenin O. Conceptual models of the tree-shape arterial bed. *Scripta scientifica medica*. 2008;40:23.
 16. Wymer D.T., Patel K.P., Burke W.F., Bhatia V.K. Phase-Contrast MRI: Physics, Techniques, and Clinical Applications. *RadioGraphics*. 2020;40(1):122–140. DOI: 10.1148/rg.2020190039.
 17. Gao J., Wang Y., Ding Q. Comparison of the clinical value of transcranial Doppler ultrasound and computed tomography angiography for diagnosing ischemic cerebrovascular disease. *J Int Med Res*. 2022;50(6):03000605211047718. DOI: 10.1177/03000605211047718.
 18. Tang H., Hu N., Yuan Y., Xia C., Liu X., Zuo P., Stalder A.F., Schmidt M., Zhou X., Song B., Sun J. Accelerated Time-of-Flight Magnetic Resonance Angiography with Sparse Undersampling and Iterative Reconstruction for the Evaluation of Intracranial Arteries. *Korean J Radiol*. 2019;20(2):265–274. DOI: 10.3348/kjr.2017.0634.
 19. Vigneshwaran V., Sands G.B., LeGrice I.J., Smail B.H., Smith N.P. Reconstruction of coronary circulation networks: A review of methods. *Microcirculation*. 2019;26(5):e12542. DOI: 10.1111/micc.12542.
 20. Roux W. Ueber die verzweigungen der blutgefäße. Eine morphologische studie. *Z Naturwiss*. 1878;12:205–266.
 21. Murray C.D. The physiological principle of minimum work applied to the angle of branching of arteries. *J Gen Physiol*. 1926;9(6):835–841. DOI: 10.1085/jgp.9.6.835.
 22. Uylings H.B. Optimization of diameters and bifurcation angles in lung and vascular tree structures. *Bull Math Biol*. 1977;39(5):509–520. DOI: 10.1007/BF02461198.
 23. Zamir M. On fractal properties of arterial trees. *J Theor Biol*. 1999;197(4):517–526. DOI: 10.1006/jtbi.1998.0892.
 24. Rosen R. *Optimality Principles in Biology*. Springer US; 1967. DOI: 10.1007/978-1-4899-6419-9.
 25. Keelan J., Chung E.M.L., Hague J.P. Development of a globally optimised model of the cerebral arteries. *Phys Med Biol*. 2019;64(12):125021. DOI: 10.1088/1361-6560/ab2479.

Поступила в редакцию 22.11.2023

Подписана в печать 25.05.2024

Для цитирования: Дадашев А.Ш., Милтых И.С., Зенин О.К., Кафаров Э.С. Морфометрические особенности разного типа структурных компонентов внутриорганных венозных русел селезенки. *Человек и его здоровье*. 2024;27(1):30–38. DOI: 10.21626/vestnik/2024-1/04. EDN: MKLSCV.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF SPLENIC VENOUS VASCULATURE'S STRUCTURAL COMPONENTS

© Dadashev A.Sh.¹, Miltykh I.S.², Zenin O.K.², Kafarov E.S.¹

¹ Kadyrov Chechen State University (CSU)

32, Sheripov str., Grozny, Chechen Republic, 364093, Russian Federation

² Penza State University (PSU)

40, Krasnaya str., Penza, Penza region, 440026, Russian Federation

Objective: to establish morphometric characteristics of different types of splenic venous vasculature's structural components – bi-units (BUs) in males and females, of the 1st and 2nd periods of adulthood.

Materials and methods. The study is based on the results of a morphometric study of corrosion casts of the splenic venous system of 64 people (32 men, 32 women; 32 first period of adulthood, 32 second period of adulthood) who died of sudden death and accidental causes between the ages of 21 and 60. The diameters (D) and lengths (L) of the venous segments forming the BU were measured. The splenic venous vasculature was represented as a system consisting of four types of BU: 1 – complete asymmetry, the values of the internal diameters of the proximal segment (D), the distal segments with larger diameter (dmax) and the distal segment with smaller diameter (dmin) are not equal- $D \neq d_{\max} \neq d_{\min}$; 2 – lateral asymmetry, $D = d_{\max}$ and $d_{\max} \neq d_{\min}$; 3 – unilateral symmetry – $D \neq d_{\max} \neq d_{\min}$ and $d_{\max} = d_{\min}$; 4 – complete symmetry, $D = d_{\max} = d_{\min}$.

Results. All four types of BUs are present in the composition of splenic venous vasculature; the relative number, of the total number of BUs of splenic venous vasculature type 1 is 55.2%; type 2 – 4.7%, type 3 – 38.0%, type 4 – 2.1%; the presence of a reliable relationship between the relative number of BUs of different types, sex and age group; the sizes of all four types of BUs were determined; the largest size is BU of type 1, and the smallest – BU of type 4; the most symmetrical bi-unites are of types 3 and 4, the most asymmetrical – of types 1 and 2; the relative number of BU of type 1 decreases, BU of type 3 increases, and types 2 and 4 practically do not change in the direction from proximal to distal parts of the vasculature.

Conclusion. The results obtained can serve as a foundation for the creation of a morphometric reference standard of splenic venous vasculature and should be taken into account in its numerical modelling.

Keywords: spleen; morphometry; venous vasculature; structural component; bi-unit types.

Dadashev Ali S. – Postgraduate student of the Department of Normal and Topographical Anatomy with Operative Surgery, Assistant, CSU, Grozny, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-8502-0841. E-mail: mukulatura95@mail.ru

Miltykh Ilia S. – Student, Medical Institute, PSU, Penza, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-9130-3255. E-mail: contact@miltykh.com

Zenin Oleg K. – Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor at the Department of Human Anatomy, PSU, Penza, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-5447-1989. E-mail: zen.olegz@gmail.com (corresponding author)

Kafarov Edgar S. – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Normal and Topographical Anatomy with Operative Surgery, CSU, Grozny, Russian Federation. ORCID iD: 000-0001-9735-9981. E-mail: Edgar-kafaroff@yandex.ru

COMPLIANCE WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

This study was approved by the Local Ethical Committee of the Medical Institute of the A.A. Kadyrov Chechen State University (protocol No. 258/24-77 of 16 October 2023).

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

AUTHORS CONTRIBUTION

Dadashev A.Sh. – data collection and analysis, writing an article; Miltykh I.S. – statistical analysis, preparation of the text of the article, scientific and technical editing; Zenin O.K., Kafarov E.S. – development of the concept and design of the study, critical revision of the manuscript with the introduction of valuable intellectual content.

Received 22.11.2023

Accepted 25.05.2024

For citation: Dadashev A.Sh., Miltykh I.S., Zenin O.K., Kafarov E.S. Morphometric characteristics of different types of splenic venous vasculature's structural components. *Humans and their health*. 2024;27(1):30–38. DOI: 10.21626/vestnik/2024-1/04. EDN: MKLSCV.