

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСУДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВАРИАНТОВ СТРОЕНИЯ БИФУРКАЦИИ ОБЩЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Мошкин А. С., Халилов М. А., Мошкина Л. В., Первушин В. В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева»), 302026, ул. Комсомольская, д. 95, Орёл, Россия

Для корреспонденции: Мошкин Андрей Сергеевич, канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», e-mail: as.moshkin@internet.ru

For correspondence: Andrei S. Moshkin, PhD, Associate Professor of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine Orel State University named after I.S. Turgenev, e-mail: as.moshkin@internet.ru

Information about authors:

Moshkin A. S., <https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>

Khalilov M. A., <https://orcid.org/0000-0003-3529-0557>

Moshkina L. V., <https://orcid.org/0009-0008-1328-1880>

Pervushin V. V., <https://orcid.org/0009-0006-3302-6460>

РЕЗЮМЕ

Высокая информативность современных диагностических систем, позволила расширить возможности выполнения внутрисосудистых и малоинвазивных хирургических вмешательств с учётом индивидуальных особенностей анатомической вариации. Цель. Оценить влияние взаимного положения магистральных артерий шеи на их морфологические показатели с использованием методов ультразвуковой сонографии. Материал и методы. Проведено изучение магистральных артерий среди 865 человек. Были использованы ультразвуковые аппараты Medison SonoAce R7, GE Logiq F6 с определением типа взаимного положения сосудов и определения морфометрических характеристик. Результаты и обсуждение. Всего с обеих сторон обследовано 1730 сосудистых образований. Использована классификация 5 вариантов для сосудистых комплексов. Во всех группах при сравнении среди мужчин отмечались большие значения диаметров артерий. Преобладание размеров общих сонных артерий отмечено для типа В. В группе мужчин отмечены максимальные значения диаметров наружных сонных артерий при типах В и Г. Схожими были показатели морфометрии для артерий в группах Г и Д. Эффективный размер наружной сонной артерии слабо коррелировал с полом. Пропорции внутренней сонной артерии в группах Г и Д составляли – 76%, среди других вариантов 71 – 73%. Выводы. Проводя оценку взаимного отношения морфометрических величин артерий в группе женщин отношение размеров слабо отличалось при типе В, медиана значения составила – 72%. Представленные сведения расширяют наши представления о роли вариантов развития магистральных артерий в области бифуркации общей сонной артерии. Они позволяют совершенствовать методы программной обработки клинической информации с использованием специализированного программного обеспечения.

Ключевые слова: анатомическая вариация, сонные артерии, морфометрия.

MORPHOMETRIC FEATURES OF VESSELS DEPENDING ON THE VARIANTS OF THE STRUCTURE OF THE BIFURCATION OF THE COMMON CAROTID ARTERY

Moshkin A. S., Khalilov M. A., Moshkina L. V., Pervushin V. V.

Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia

SUMMARY

The high information content of modern diagnostic systems has made it possible to expand the possibilities of performing intravascular and minimally invasive surgical interventions, taking into account the individual characteristics of anatomical variation. Aim. To evaluate the effect of the relative position of the main arteries of the neck on their morphological parameters using ultrasound sonography methods. Material and methods. The study of the main arteries among 865 people was carried out. Ultrasound devices Medison SonoAce R7, GE Logiq F6 were used to determine the type of relative position of vessels and determine morphometric characteristics. Results and discussion. A total of 1,730 vascular formations were examined on both sides. The classification of 5 variants for vascular complexes was used. In all groups, when compared among men, large values of artery diameters were noted. The predominance of the size of the common carotid arteries was noted for type B. In the group of men, the maximum values of the diameters of the external carotid arteries were noted for types B and G. Morphometry indicators were similar for arteries in groups G and D. The effective size of the external carotid artery was weakly correlated with gender. The proportions of the internal carotid artery in groups G and D were 76%, among other variants 71 – 73%. Conclusions. Assessing the mutual ratio of morphometric values of arteries in the group of women, the size ratio was slightly different for type B, the median value was 72%. The presented information expands our understanding of the role of variants of the development of the main arteries in the field of bifurcation of the common carotid artery. They make it possible to improve the methods of software processing of clinical information using specialized software.

Key words: anatomical variation, carotid arteries, morphometry.

Успешное клиническое применение сведений об анатомической изменчивости тесно связано с лаконичностью и аргументированностью их классификации. Магистральные артерии демонстрируют широкие диапазоны анатомической вариативности, которые требуется учитывать в решении клинических задач [1; 2]. Современная клиническая диагностика позволяет с использованием различных методов прижизненной визуализации всесторонне оценивать магистральные сосуды [3-6]. Высокая информативность современных диагностических систем, позволила расширить возможности выполнения внутрисосудистых и малоинвазивных хирургических вмешательств [7-9], а также своевременно выявлять жизнеугрожающие осложнения [10]. Ультразвуковая диагностика в настоящее время играет значительную роль для успешного проведения малоинвазивных вмешательств, диагностических процедур и оценки индивидуальных особенностей топографии [11; 12].

Цель данного исследования - оценить влияние взаимного положения магистральных артерий шеи на их морфологические показатели с использованием методов ультразвуковой сонографии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение морфологических характеристик магистральных артерий шеи мы выполняли, используя ультразвуковую визуализацию анатомических структур. Были использованы диагностические аппараты Medison SonoAce R7, GE Logiq F6. Были обследованы 865 человек возрастом 18 – 88 лет. Среди участников наблюдения было 296 мужчин и 569 женщин. Нами проводилось изучение характеристик хода магистральных артерий вблизи формирования наружной сонной (НСА) и внутренней сонной артерий (ВСА) с оценкой взаимного положения магистральных артерий вблизи бифуркации. Проводилась из-

мерения диаметра доступных для визуализации структур, расчет взаимного отношения оцениваемых параметров. Все результаты исследования были обработаны с использованием MS Excel 2007, рассчитывались средние значения, ошибка среднего ($M \pm m$), медиана (Me), первый и третий квартили распределения [$Q1-Q3$], среднеквадратичное отклонение (σ), коэффициент вариации ($CV, \%$). Оценивалась статистическая значимость показателей с применением средств IBM SPSS Statistics 20.0 и StatSoft Statistica 10. Произведен расчёт t-критерия Стьюдента для изучаемых переменных и пар выборок, выполнено построение диаграмм распределения.

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо. Протокол исследования был одобрен локальным Этическим комитетом ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (протокол № 25 от 16 ноября 2022 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего нами выполнен анализ 1730 бифуркаций общих сонных артерий (ОСА) (592 – для мужчин, 1138 – для женщин). В работе была использована следующая классификация взаимного положения артерий на уровне бифуркации ОСА:

А – типичный вариант (НСА расположена медиально) (рис. 1. А);

Б – случаи с вентральным положением НСА относительно ВСА (рис. 1. Б);

В – латеральное положение НСА (рис. 1. В);

Г – случаи выраженного расхождения или пересечения артерий (рис. 2. Г);

Д – медиальное смещение сосудов (рис. 2. Д).



Рис. 1. Ультразвуковая картина визуализации выше уровня бифуркации ОСА с использованием линейного датчика 6-12 МГц, Logiq F6: * – НСА; 0 – ВСА.

Fig. 1. Ultrasound imaging pattern above the CCA bifurcation level using a 6-12 MHz linear sensor, Logiq F6: * – ECA; 0 – ICA.

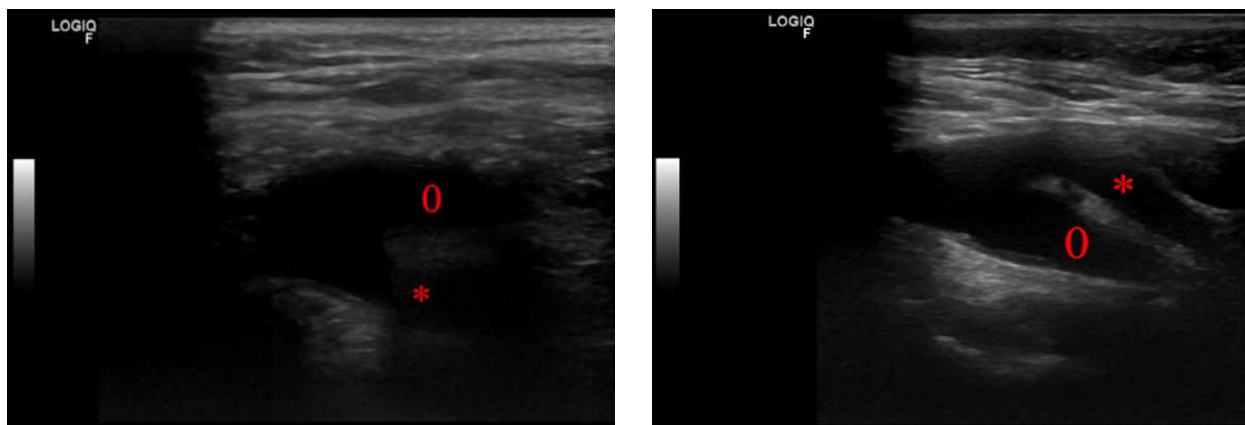


Рис. 2. Ультразвуковая картина продольной визуализации сосудов на уровне бифуркации ОСА с использованием линейного датчика 6-12 МГц, Logiq F6: * – НСА; 0 – ВСА.

Fig. 2. Ultrasound picture of longitudinal visualization of vessels at the level of bifurcation of the CCA using a linear sensor 6-12 MHz, Logiq F6: * – ECA; 0 – ICA.

Распределение участников по полу и варианту взаимного расположения сосудов на уровне ви-

зуализации в нашем наблюдении представлены в таблице 1.

Таблица. 1. Распределение вариантов взаимного положения сосудов по полу, количество человек.

Table. 1. Distribution of options for the relative position of vessels by gender, number of people.

Группа участников	Вариант взаимного расположения сосудов				
	А	Б	В	Г	Д
Женщины	486	302	222	55	73
Мужчины	239	202	90	21	40
Всего	725	504	312	76	113

Полученные в результате нашего анализа данные о морфологических характеристиках артерий приведены в таблице 2. Во всех группах при сравнении среди мужчин диаметр оцениваемых сосудов был больше, чем в аналогичной группе женщин. Низкая статистическая значимость различий была отмечена только для группы Г при оценке диаметра ВСА.

Представленные данные требуют уточнения морфометрических показателей с учетом абсолютных значений, позволяющих сгладить влияние роли полового диморфизма на анализ результатов. С этой целью было рассчитано отношения диаметра сосудов (ВСА и НСА) к диаметру ОСА каждого участника наблюдения с выражением полученных данных в процентах, что находит отражение в табл. 3.

Представленные данные демонстрируют относительное постоянство для диаметра НСА, составляющего в медианных результатах 56-58%, не зависимо от пола участников. Статистически значимые различия между отношениями диаметров сосудов отмечены только в группе А для отношения диаметра ВСА к ОСА. Все описанные в нашем наблюдении величины имели признаки

нормального распределения, что отражено на диаграммах для взаимного отношения диаметров сосудов с учетом их положения в области визуализации (рис. 3, 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Анатомическая изменчивость магистральных артерий продолжает оставаться актуальной научной проблемой на протяжении длительного времени. Для её изучения используется широкий арсенал диагностических методов [1-3, 6; 9].

Изучение индивидуальной изменчивости артерий с учетом формы шеи была использована Самотёсовым П.А. с соавторами при обследовании тел 97 мужчин [13]. Автором использованы следующие определения для формы бифуркации общих сонных артерий: параллельная, виллообразная и луковичная. Результаты анализа 14 исследований с описанием анатомической вариации магистральных сосудов и крупных нервных стволов с учетом краниотипа приведены в работе Волкова С.И. [14]. Кроме изучения варианта разветвления магистральных артерий, размерных характеристик сосудов и высоты положения бифуркации, авторы уделяют внимание особен-

Таблица 2. Морфологические характеристики сонных артерий вблизи бифуркации в наблюдении для всех случаев.

Table 2. Morphological characteristics of carotid arteries near bifurcation in observation for all cases.

Характер положения артерий	Статистический показатель	Диаметр ОСА, мм		Диаметр ВСА, мм		Диаметр НСА, мм	
		женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины
А	M±m	5,43±0,53	5,96±0,64	3,95±0,38	4,26±0,44	3,06±0,33	3,33±0,34
	Me	5,35	5,90	3,90	4,20	3,10	3,30
	Q1-Q3	4,90-5,70	3,53-6,35	3,70-4,20	3,80-4,60	2,80-3,30	3,00-3,60
	σ	1,27	0,84	0,49	0,57	0,41	0,43
	CV, %	23,30	14,18	12,42	13,50	13,56	12,89
	P	<0,001		<0,001		<0,001	
Б	M±m	5,40±0,51	5,94±0,67	3,98±0,42	4,28±0,46	3,02±0,31	3,32±0,36
	Me	5,30	5,85	3,95	4,25	3,00	3,30
	Q1-Q3	5,00-5,80	5,30-6,48	3,60-4,30	3,83-4,70	2,80-3,30	3,00-3,60
	σ	0,65	0,85	0,51	0,57	0,39	0,46
	CV, %	11,98	14,37	12,93	13,27	12,82	13,76
	P	<0,001		<0,001		<0,001	
В	M±m	5,56±0,54	6,20±0,63	3,98±0,38	4,34±0,43	3,11±0,31	3,48±0,35
	Me	5,50	6,20	3,90	4,35	3,10	3,50
	Q1-Q3	5,10-6,00	5,70-6,68	3,63-4,30	3,90-4,70	2,83-3,40	3,20-3,70
	σ	0,67	0,79	0,49	0,54	0,38	0,45
	CV, %	12,06	12,72	12,26	12,35	12,36	12,79
	P	<0,001		<0,001		<0,001	
Г	M±m	5,45±0,52	6,03±0,45	4,10±0,43	4,34±0,38	3,16±0,35	3,41±0,35
	Me	5,40	5,80	4,00	4,40	3,10	3,50
	Q1-Q3	4,95-5,80	5,70-5,80	3,70-4,30	4,00-4,50	2,80-3,30	3,10-3,70
	σ	0,64	0,58	0,58	0,57	0,48	0,49
	CV, %	11,80	9,58	14,05	13,25	15,14	14,21
	P	<0,001		0,11		0,04	
Д	M±m	5,47±0,44	6,06±0,56	4,13±0,39	4,41±0,45	3,13±0,34	3,39±0,41
	Me	5,40	6,10	4,10	4,40	3,10	3,40
	Q1-Q3	5,00-5,70	5,50-6,50	3,90-4,40	4,00-4,80	2,90-3,40	3,08-3,80
	σ	0,59	0,76	0,50	0,56	0,44	0,53
	CV, %	10,70	12,53	12,19	12,74	14,22	15,61
	P	<0,001		0,008		0,006	

ностям хода лицевого нерва. Неоспоримым достоинством диссекционного исследования является максимальная объективность, возможность подробно документировать процесс изучения, дополнить результаты морфологического исследования гистологическими препаратами. К сожалению, практическое применение данных аутопсии в клинической практике ограничено тем, что не позволяет оценить функциональное значение выявленных особенностей.

Прижизненные методы оценки анатомической вариации магистральных артерий шеи основаны на данных компьютерной и магнитно-резонансной томографии, ангиографии, ультразвуковой доплерографии. При анализе клинических данных многие авторы уделяют внимание размерным характеристикам магистральных артерий шеи [1]. Под руководством Трушель Н.А. коллективом авторов была изучена вариативность бифуркации сонных артерий на основе ретроспективного

Таблица 3. Распределение отношения диаметров ВСА и НСА к ОСА с учетом взаимного положения артерий для всех случаев.

Table 3. Distribution of the ratio of the diameters of the ICA and ECA to the CCA, taking into account the relative position of the arteries for all cases.

Тип взаимного положения сосудов	Статистический показатель	Отношение диаметров ВСА к ОСА, %		Отношение диаметров НСА к ОСА, %	
		женщины	мужчины	женщины	мужчины
А	M±m	74±8	72±9	57±7	57±7
	Me	73	72	57	57
	Q1-Q3	67-80	65-81	52-63	51-61
	σ	10	11	8	9
	CV, %	14	15	15	16
	P	0,05		0,44	
Б	M±m	74±8	73±8	56±6	57±7
	Me	74	73	56	56
	Q1-Q3	68-80	66-80	51-61	51-63
	σ	10	10	7	9
	CV, %	13	14	13	15
	P	0,18		0,56	
В	M±m	72±8	71±8	56±6	57±6
	Me	72	71	56	56
	Q1-Q3	65-79	64-76	51-61	51-62
	σ	10	11	8	8
	CV, %	14	16	14	14
	P	0,32		0,78	
Г	M±m	76±8	72±8	58±6	57±7
	Me	76	71	57	57
	Q1-Q3	69-81	68-79	53-63	50-61
	σ	10	11	8	9
	CV, %	14	15	14	15
	P	0,19		0,50	
Д	M±m	76±7	73±9	58±7	56±8
	Me	76	71	57	58
	Q1-Q3	70-82	67-80	51-64	50-63
	σ	9	11	9	9
	CV, %	11	14	15	17
	P	0,20		0,54	

анализа данных компьютерных ангиографий 28 пациентов. Работа была основана на определении взаимосвязи угловых характеристик между сосудами в области бифуркации с краниотипом участников наблюдения [15]. Многие публикации, основанные на данных клинических исследований, подробно освещают вопросы диагностики [2] или нюансы хирургического лечения [4; 6]. Использование методов компьютерного анализа

диагностических данных применяется для прогнозирования риска оперативных вмешательств [16], создание трехмерных моделей сосудистого русла при планировании технически сложных случаев стентирования и в процессе обучения [17]. Данные работы подтверждают важность классификации анатомических вариантов взаимного положения магистральных артерий.

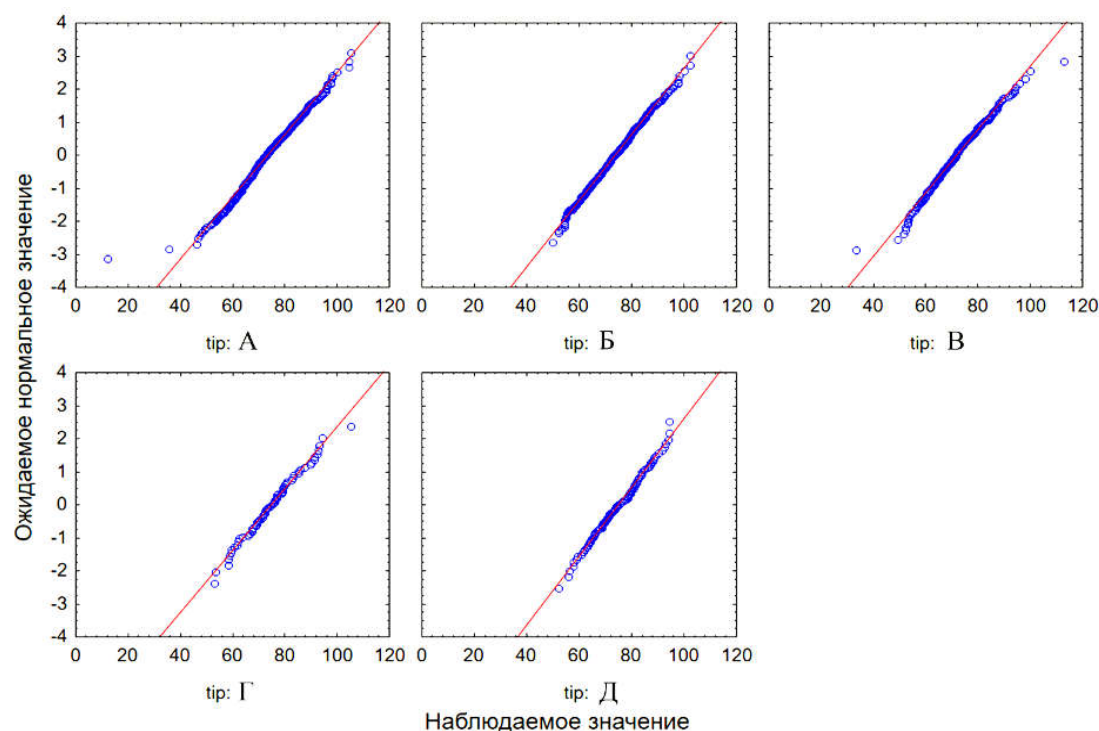


Рис. 3. Диаграмма распределения значений отношений диаметра ВСА к диаметру ОСА с учетом взаимного положения сосудов в области визуализации.

Fig. 3. Diagram of the distribution of the values of the ratio of the diameter of the ICA to the diameter of the CCA, taking into account the relative position of the vessels in the visualization area.

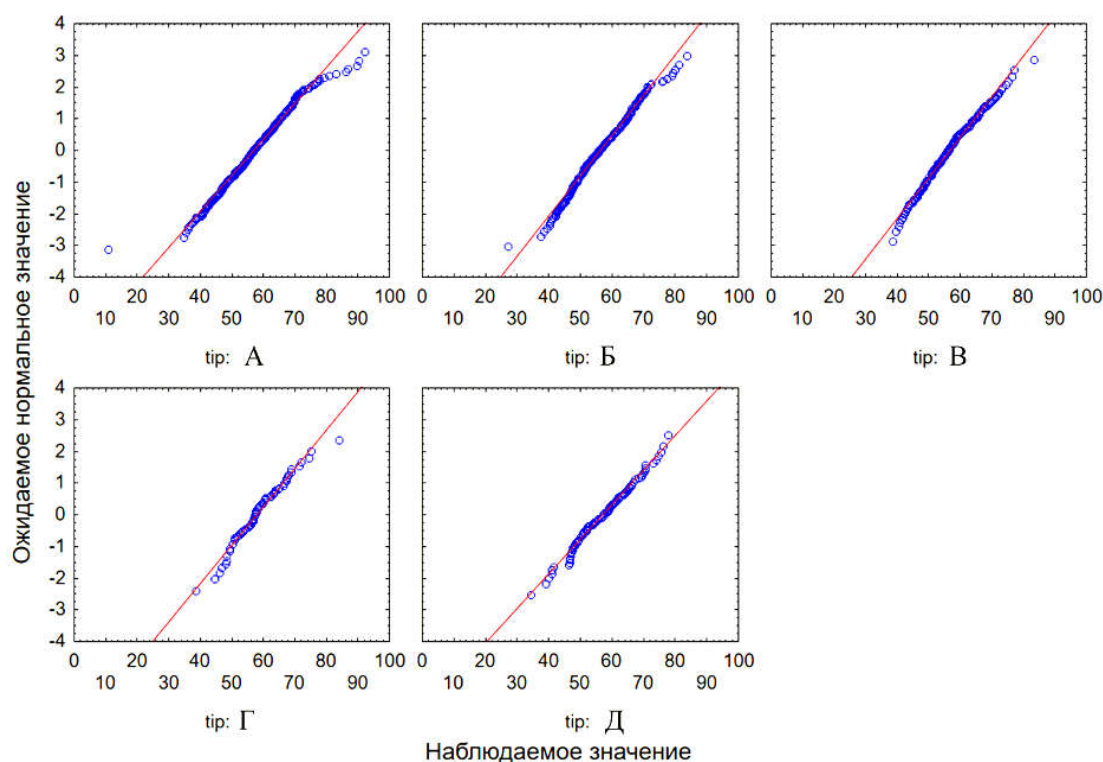


Рис. 4. Диаграмма распределения значений отношений диаметра НСА к диаметру ОСА с учетом взаимного положения сосудов в области визуализации.

Fig. 4. Diagram of the distribution of the values of the ratio of the diameter of the ECA to the diameter of the CCA, taking into account the relative position of the vessels in the visualization area.

Используемая нами классификация взаимного положения сосудов была описана при изучении анатомической изменчивости сонных артерий методом магнитно-резонансной томографии [3], но в процессе практической работы хорошо зарекомендовала при проведении ультразвуковой визуализации. Представленные типы взаимного отношения магистральных артерий шеи хорошо поддаются идентификации в процессе проведения обследований. Они сформулированы на основе формы топографо-анатомических закономерностей магистральных артерий, позволяют оценить функциональное состояние сосудистого русла и планировать оперативные методы лечения.

Полученные нами данные демонстрируют относительно малую вариацию значений между группами. Наименьшие диаметры ОСА в целом были отмечены при типах А и Б взаимного отношения сосудов в области бифуркации. Среди мужчин А и Б групп взаимного отношения сосудов были отмечены наименьшие значения для диаметров ВСА. Относительно наименьшие значения диаметра НСА были отмечены в группе Б среди женщин.

Наибольший средний и медианный диаметры ОСА были отмечены при типе В взаимного отношения сосудов в области бифуркации. Наибольшие значения диаметров НСА были отмечены среди мужчин в группах В и Г для взаимного отношения сосудов в области бифуркации ОСА. Среди женщин кроме группы Б диаметр НСА различался слабо, достигая медианных значений 3,10 мм.

Наибольшие размеры ВСА зарегистрированы при вариантах Г и Д (женщины – 4,0-4,1 мм, мужчины 4,4). Оценивая показатели при обследовании женщин для групп Г и Д – 76%. Для мужчин размерные характеристики ВСА составили при типе Б – 73%, А – 72%, при иных вариантах – 71%. Таким образом можно говорить об относительно слабой изменчивости медианных значений диаметра ВСА в зависимости от типа взаимного отношения сосудов. Среди женщин наименьшее отношение диаметра ВСА к ОСА было отмечено в группе В, медиана значения составила - 72%.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенного исследования подтверждают явления полового диморфизма в строении магистральных артерий шеи с большим диаметром среди мужчин. Применение возможностей математического анализа для оценки размерных характеристик сонных артерий вблизи бифуркации, позволило отразить связь между вариантами взаимного отношения сосудов и морфометрическими характеристиками. Среди женщин наиболь-

ший относительный диаметр ВСА был отмечен в группах Г и Д, достигая 76%. Среди мужчин наибольшее значений диаметра ВСА было отмечено в группе Б – 73%. Среди женщин наименьшее отношение диаметра ВСА к ОСА было отмечено в группе В, медиана значения составила - 72%. Представленные сведения расширяют наши представления о роли вариантов развития магистральных артерий в области бифуркации общей сонной артерии. Они позволяют совершенствовать методы программной обработки клинической информации с использованием специализированного программного обеспечения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors have no conflict of interests to declare.

Источник финансирования.

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева» в рамках государственного задания № 075-00195-25-00 на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов от 23.08.2024 г., проект № FSGN-2024-0014 (1024041900023-6-3.1.3;3.2.12;3.2.4).

The source of financing.

The work was performed at the Oryol State University named after I. S. Turgenev within the framework of the state assignment No. 075-00195-25-00 for 2025 and for the planning period of 2026 and 2027, the FSGN project-2024-0014 (1024041900023-6-3.1.3;3.2.12;3.2.4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Довгялло Ю. В. Возрастная изменчивость величины просвета внутренних сонных артерий. Морфологический альманах имени В. Г. Ковешникова. 2021;19(3):30-34.
2. Доль А. В., Иванов Д. В., Бахметьев А. С., Киреев С. И., Майстренко Д. Н., Гудзь А. А. Численное исследование Влияния стеноза внутренних сонных артерий на гемодинамику артерий виллизиевого круга. Российский журнал биомеханики. 2021;25(4):356-368. doi: 10.15593/RZhBiomeh/2021.4.01.
3. Мошкин А. С., Халилов М. А., Шмелева С. В., Бонкало Т. И., Аралова Е. В., Рыбакова А. И., Щадилова И. С. Организация персонифицированного лечения заболеваний сонных артерий с учетом анализа вариантов бифуркации. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021;29(4):951-956. doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-4-951-956
4. Батрашов В. А., Юдаев С. С., Землянов А. В., Марынич А. А. Результаты хирургического и консервативного лечения пациентов с асимптомной патологической извитостью внутренних сонных артерий. Вестник Национального меди-

ко-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2022;17(3):38-41. doi:10.25881/20728255_2022_17_3_38.

5. Гатаулин Я. А., Зайцев Д. К., Смирнов Е. М., Юхнев А. Д. Структура нестационарного течения в пространственно-извитой модели общей сонной артерии со стенозом: численное исследование. Российский журнал биомеханики. 2019;23(1):69-78.

6. Вишнякова М. В., Пронин И. Н., Ларьков Р. Н., Загаров С. С. Компьютерно-томографическая ангиография в планировании реконструктивных операций на внутренних сонных артериях. Диагностическая и интервенционная радиология. 2016;10(3):11-19. doi:10.25512/DIR.2016.10.3.01.

7. Гавриленко А. В., Аль-Юсеф Н. Н., Куклин А. В., Магомедова Г. Ф., Крайник В. М. Малоинвазивная хирургия сонных артерий. Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2021; 6-2: 59-64. doi:10.17116/hirurgia202106259.

8. Reyes-Soto G., Pérez-Cruz J. C., Delgado-Reyes L., Castillo-Rangel C., Cacho Diaz B., Chmutin G., Nurmukhametov R., Sufianova G., Sufianov A., Nikolenko V., et al. The Vertebrobasilar Trunk and Its Anatomical Variants: A Microsurgical Anatomical Study. Diagnostics. 2024;14(5):534. doi:10.3390/diagnostics14050534.

9. Жихарев В. А., Степанов И. В., Ольшанский М. С. Вариативность прижизненной анатомии наружной сонной артерии и её значение в рентгенэндоваскулярной хирургии. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022;21(S2):94. doi:10.15829/1728-880-2022-S2:3-190.

10. Антонов Г. И., Чмутин Г. Е., Миклашевич Э. Р., Стамболцян Г. А., Гладышев С. Ю., Зулфиева Д. У. Диссекция и разрыв сонной артерии как осложнения стентирования брахиоцефальных артерий. Госпитальная медицина: наука и практика. 2021;4(1):5-9. doi:10.34852/GM3CVKG.2021.91.75.001.

11. Крайник В. М., Новиков Д. И., Зайцев А. Ю., Козлов С. П., Гавриленко А. В., Куклин А. В. Опыт клинического применения ультразвуковой навигации для выполнения блокады шейного сплетения в реконструктивной хирургии сонных артерий. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2019;16(1):35-41. doi:10.21292/2078-5658-2019-16-1-35-41.

12. Мошкин А. С., Халилов М. А., Николенко В. Н., Мошкина Л. В. Влияние взаимного положения экстракраниальных артерий на церебральную гемодинамику. Анатомия в XXI веке - традиция и современность: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 120-летию профессора М.Г. Привеса и 125-летию кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии Первого Санкт-Петербургского государственного

медицинского университета имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, 16–18 мая 2024 года. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга». 2024:161-163.

13. Самотёсов П. А., Левенец А. А., Кан И. В., Шнякин П. Г., Русских А. Н., Макаров А. Ф., Авдеев А. И. Вариантная анатомия бифуркации общих сонных артерий у мужчин. Сибирский медицинский журнал. 2012;112(5): 31-33.

14. Волков С. И., Андреюшин Л. Э., Романенко М. Е. Индивидуальные различия в строении внутренней сонной артерии человека. Молодежь, наука, медицина: Материалы 64-й Всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием, Тверь, 19–20 апреля 2018 года. – Тверь: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации. 2018: 310-313.

15. Минойть В. С., Трушель Н. А., Римашевская В. В. Варианты анатомии разветвления общей сонной артерии на наружную и внутреннюю сонные артерии в зависимости от краниотипа. Весенние анатомические чтения: сборник статей республиканской научно-практической конференции, посвященной памяти ассистента Л. А. Логиновой, Гродно, 01–31 мая 2020 года. – Гродно: Гродненский государственный медицинский университет. 2020:58-60.

16. Nageler G., Gergel I., Fangerau M., Breckwoldt M., Seker F., Bendszus M., Möhlenbruch M., Neuberger U. Deep Learning-based Assessment of Internal Carotid Artery Anatomy to Predict Difficult Intracranial Access in Endovascular Recanalization of Acute Ischemic Stroke. Clin Neuroradiol. 2023;33(3):783-792. doi:10.1007/s00062-023-01276-0.

17. Memon S., Friend E., Samuel S. P., Goykhman I., Kalra S., Janzer S., George J. C. 3D Printing of Carotid Artery and Aortic Arch Anatomy: Implications for Preprocedural Planning and Carotid Stenting. J Invasive Cardiol. 2021;33(9):723-729. doi:10.25270/jic/20.00696.

REFERENCE

1. Dovgyallo Yu. V. Age variability of the lumen of the internal carotid arteries. Morphological Almanac named after V. G. Koveshnikov. 2021;19(3):30-34. (In Rus.s).

2. Dol A. V., Ivanov D. V., Bakhmetyev A. S., Kireev S. I., Maistrenko D. N., Gudza A. A. Influence of the internal carotid arteries stenosis on the hemodynamics of the circle of willis communicating arteries: a numerical study. Russian Journal of

- Biomechanics. 2021;25(4):356-368. (In Russ.). doi:10.15593/RZhBiomeh/2021.4.01.
3. Moshkin A. S., Khalilov M. A., Shmeleva S. V., Bonkalo T. I., Aralova E. V., Rybakova A. I., Shchadilova I. S. The organization or personified treatment of diseases of coronary arteries considering analysis of bifurcation modifications. *Problemi socialnoi gigieni, zdravookhraneniya i istorii meditsini*. 2021;29(4):951-956. (In Russ.). doi:10.32687/0869-866X-2021-29-4-951-956.
4. Batrashov V. A., Yudaev S. S., Zemlyanov A. V., Marynich A. A. Evaluation of surgical intervention and conservative treatment in asymptomatic patients with pathological tortuosity of internal carotid arteries. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov*. 2022;17(3):38-41. (In Russ.). doi:10.25881/20728255_2022_17_3_38.
5. Gataulin Ya. A., Zaitsev D. K., Smirnov E. M., Yukhnev A. D. The structure of unsteady flow in a spatially convoluted model of a common carotid artery with stenosis: a numerical study. *Russian Journal of Biomechanics*. 2019;23(1):69-78. (In Russ.).
6. Vishnyakova M. V., Pronin I. N., Larkov R. N., Zagarov S. S. Computed tomography angiography in the planning of reconstructive operations on internal carotid arteries. *Diagnostic and interventional radiology*. 2016;10(3):11-19. (In Russ.). doi:10.25512/DIR.2016.10.3.01.
7. Gavrilenko A. V., Al-Yusef N. N., Kuklin A. V., Magomedova G. F., Kraynik V. M. Minimally invasive surgery of the carotid arteries. *Russian Journal of Surgery*. 2021;6-2:59-64. (In Russ.). doi:10.17116/hirurgia202106259.
8. Reyes-Soto G., Pérez-Cruz J. C., Delgado-Reyes L., Castillo-Rangel C., Cacho Diaz B., Chmutin G., Nurmukhametov, R., Sufianova, G., Sufianov, A., Nikolenko, V., et al. The Vertebrobasilar Trunk and Its Anatomical Variants: A Microsurgical Anatomical Study. *Diagnostics*. 2024;14(5):534. doi:10.3390/diagnostics14050534.
9. Zhikharev V. A., Stepanov I. V., Olshansky M. S. Variability of the intravital anatomy of the external carotid artery and its significance in X-ray endovascular surgery. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2022; 21(S2): 94. (In Russ.). doi:10.15829/1728-880-2022-S2:3-190.
10. Antonov G. I., Chmutin G. E., Miklashevich E. R., Stamboltsyan G. A., Gladyshev S. Yu., Zulfieva D. U. Carotid artery dissection and blowout as a brachiocephalic arteries stenting complications. *Hospital medicine: Science and practice*. 2021;4(1):5-9. (In Russ.). doi:10.34852/GM3CVKG.2021.91.75.001.
11. Krainik V. M., Novikov D. I., Zaitsev A. Yu., Kozlov S. P., Gavrilenko A. V., Kuklin A. V. Experience of clinical use of ultrasound guidance for cervical plexus block in reconstructive carotid surgery. *Bulletin of Anesthesiology and Resuscitation*. 2019;16(1):35-41. (In Russ.). doi:10.21292/2078-5658-2019-16-1-35-41.
12. Moshkin A. S., Khalilov M. A., Nikolenko V. N., Moshkina L. V. Influence of the mutual position of extracranial arteries on cerebral hemodynamics. *Anatomy in the XXI century - tradition and modernity : Materials of the All-Russian Scientific Conference dedicated to the 120th anniversary of Professor M.G. Prives and the 125th anniversary of the Department of Clinical Anatomy and Operative Surgery of the First St. Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov, St. Petersburg, May 16-18, 2024. Voronezh: Publishing and Printing Center «Scientific Book»*. 2024:161-163. (In Russ.).
13. Samotesov P. A., Levenets A. A., Kan I. V., Shnyakin P. G., Russian A. N., Makarov A. F., Avdeev A. I. Variant anatomy of bifurcation of common carotid arteries in men. *Siberian Medical Journal*. 2012. 112(5): 31-33. (In Russ.).
14. Volkov S. I., Andryushin L. E., Romanenko M. E. Individual differences in the structure of the human internal carotid artery. *Youth, science, medicine: Proceedings of the 64th All-Russian Interuniversity Student Scientific Conference with International Participation, Tver, April 19-20, 2018. Tver: Tver State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Tver State Medical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation*. 2018:310-313. (in Russ.).
15. Minoit V. S., Trushel N. A., Rimashevskaya V. V. Variants of the anatomy of the branching of the common carotid artery into external and internal carotid arteries, depending on the craniotype. *Spring Anatomical readings: collection of articles of the Republican scientific and practical conference dedicated to the memory of assistant L.A. Loginova, Grodno, May 01-31, 2020. Grodno: Grodno State Medical University*. 2020: 58-60. (in Russ.).
16. Nageler G., Gergel I., Fangerau M., Breckwoldt M., Seker F., Bendszus M., Möhlenbruch M., Neuberger U. Deep Learning-based Assessment of Internal Carotid Artery Anatomy to Predict Difficult Intracranial Access in Endovascular Recanalization of Acute Ischemic Stroke. *Clin Neuroradiol*. 2023;33(3):783-792. doi:10.1007/s00062-023-01276-0.
17. Memon S., Friend E., Samuel S. P., Goykhman I., Kalra S., Janzer S., George J. C. 3D Printing of Carotid Artery and Aortic Arch Anatomy: Implications for Preprocedural Planning and Carotid Stenting. *J Invasive Cardiol*. 2021;33(9):723-729. doi:10.25270/jic/20.00696.