https://doi.org/10.20862/0042-4676-2024-105-5-255-261

Закономерности морфометрии магистральных артерий шеи с данными эхокардиографии

Халилов М.А.[1], Мошкин А.С.[1,2], Мошкина Л.В.[1]

[1] *ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» Минобрнауки России, ул. Комсомольская, 95, Орел, 302026, Российская Федерация*
[2] *ООО «Хеликс Орел», ул. Максима Горького, 47, Орел, 302040, Российская Федерация*

Халилов Максуд Абдуразакович, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» Минобрнауки России;
http://orcid.org/0000-0003-3529-0557

Мошкин Андрей Сергеевич, канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» Минобрнауки России, врач ультразвуковой диагностики ООО «Хеликс Орел»;
http://orcid.org/0000-0003-2085-0718

Мошкина Любовь Викторовна, ассистент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» Минобрнауки России;
http://orcid.org/0009-0008-1328-1880

Резюме

Цель: сравнить объективные результаты ультразвуковой визуализации магистральных артерий шеи с данными эхокардиографии, оценить корреляционные закономерности между морфологическими характеристиками структур.

Материал и методы. Обследованы 244 добровольца (не имевшие признаков значимых нарушений гемодинамики, оперативных вмешательств на сердце и изучаемых сосудах), которым выполнены ультразвуковая визуализация сонных артерий и эхокардиография. Все исследования проводились по единой методике с оценкой диаметров общей сонной артерии (ОСА), внутренней сонной артерии (ВСА), наружной сонной артерии (НСА), позвоночных артерий (ПА), а также комплексов «интима – медиа» (КИМ). Учитывались эхографические характеристики стенки аорты, аортального и митрального клапанов. Полученные данные группировались и подвергались статистическому анализу.

Результаты. Исходя из диагностических данных, полученных при эхокардиографии, было сформировано восемь групп: 1) с признаками изменений аорты; 2) с изменениями на уровне аорты и аортального клапана; 3) с изменениями аорты и митрального клапана; 4) с изменениями створок аортального и митрального клапанов; 5) без признаков изменения аорты, аортального и митрального клапанов; 6) с изменениями только аортального клапана; 7) с изменениями только митрального клапана; 8) с изменениями только на уровне аортального и митрального клапанов. При оценке различий между парами групп в случаях диагностики структурных изменений стенок аорты и клапанного аппарата сердца показатели отличались слабо, чаще для значений КИМ. Различия отмечены для диаметра ВСА при сравнении 1-й и 4-й групп. Морфометрические показатели ПА в случаях диагностированных изменений не имели существенных различий. Наибольший диаметр ОСА (5,8±0,7 мм) зарегистрирован в сочетании с изменениями стенки аорты и клапанов сердца. Наименьший диаметр ОСА (5,0±0,3 мм) зафиксирован в 6-й группе. Наибольший диаметр ВСА (4,6±0,4 мм) и НСА (3,6±0,4) отмечен для изменений створок митрального клапана. Наименьший диаметр ВСА (4,1±0,4 мм) наблюдался при изменениях только стенок аорты. Самые малые значения для диаметров НСА и ПА составили 2,8 мм в сочетании с изменениями только аортального клапана. Наиболее выраженными различиями характеризовались результаты сравнения данных при отсутствии значимых изменений стенок аорты и клапанов сердца для ОСА, ПА и КИМ НСА.

Заключение. Представленные результаты расширяют наше представление об индивидуальных особенностях магистральных артерий шеи, сопровождающих изменение стенок аорты и клапанного аппарата сердца.

Ключевые слова: магистральные артерии шеи; эхокардиография; ультразвуковая диагностика, морфологические характеристики.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева» в рамках государственного задания № 075-00196-24-08 на 2024 г. и на плановый период 2025 и 2026 гг. от 23 августа 2024 г., проект № FSGN-2024-0014 (1024041900023-6-1.2.1;2.6.2;3.1.3;3.2.12;3.2.4).

Для цитирования: Халилов М.А., Мошкин А.С., Мошкина Л.В. Закономерности морфометрии магистральных артерий шеи с данными эхокардиографии. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2024; 105(5): 255–261. https://doi.org/10.20862/0042-4676-2024-105-5-255-261

Для корреспонденции: Мошкин Андрей Сергеевич, e-mail: as.moshkin@internet.ru

Статья поступила 02.12.2024 *После доработки 11.01.2025* *Принята к печати 12.01.2025*

Patterns of Neck Main Arteries Morphometry and Echocardiography Data

Maksud A. Khalilov[1], Andrey S. Moshkin[1,2], Lyubov V. Moshkina[1]

[1] *Orel State University named after I.S. Turgenev, ul. Komsomolskaya, 95, Orel, 302026, Russian Federation*
[2] *Helix Orel LLC, ul. Maksima Gorkogo, 47, Orel, 302040, Russian Federation*

Maksud A. Khalilov, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Chair of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I.S. Turgenev;
http://orcid.org/0000-0003-3529-0557

Andrey S. Moshkin, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Chair of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I.S. Turgenev; Ultrasound Diagnostician, Helix Orel LLC;
http://orcid.org/0000-0003-2085-0718

Lyubov V. Moshkina, Assistant Professor, Chair of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I.S. Turgenev;
http://orcid.org/0009-0008-1328-1880

Abstract

Objective: to compare the objective results of ultrasound imaging of neck main arteries with echocardiography data, to assess the correlation patterns between the morphological characteristics of the structures.

Material and methods. A total of 244 volunteers (who had no signs of significant hemodynamic disorders, surgical interventions on the heart and studied vessels) were examined, who underwent ultrasound imaging of the carotid arteries and echocardiography. All studies were performed using a single technique with an assessment of the diameters of common carotid artery (CCA), internal carotid artery (ICA), external carotid artery (ECA), vertebral arteries (VA), as well as intima-media complex (IMC). The echographic characteristics of the aortic wall, aortic and mitral valves were considered. The data obtained were grouped and subjected to statistical analysis.

Results. Based on the diagnostic data obtained by echocardiography, eight groups were formed: (1) with signs of changes in the aorta; (2) with changes at the level of the aorta and aortic valve; (3) with changes in the aorta and mitral valve; (4) with changes in the aortic and mitral valves; (5) without signs of changes in the aorta, aortic and mitral valves; (6) with changes only in the aortic valve; (7) with changes only in the mitral valve; (8) with changes only at the level of the aortic and mitral valves. When assessing the differences between pairs of groups in cases of diagnosis of structural changes in the aortic walls and valvular heart apparatus, the indicators differed slightly, more often for IMC value. There were differences for ICA diameter when comparing Groups 1 and 4. Morphometric parameters of VA in cases of diagnosed changes did not reflect significant differences. The largest CCA diameter (5.8±0.7 mm) was noted in combination with changes in the aortic wall and heart valves. The smallest CCA diameter (5.0± 0.3) mm was in Group 6. The largest ICA (4.6±0.4 mm) and ECA (3.6±0.4) diameters were with changes in the mitral valve. The smallest ICA diameter (4.1±0.4 mm) was observed with changes only in the aortic walls. The smallest values for ECA and VA diameters were 2.8 mm, combined with changes in the aortic valve only. The most pronounced differences were obtained when comparing data in the absence of significant changes in the aortic walls and heart valves for CCA, VA, and ECA IMC.

Conclusion. The presented results expand our understanding of the individual features of neck main arteries, accompanying changes in the aortic walls and valvular apparatus of the heart.

Keywords: main arteries of the neck; echocardiography; ultrasound diagnostics; morphological characteristics.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The work was performed at the Orel State University named after I.S. Turgenev within the framework of state assignment No. 075-00196-24-08 for 2024 and for the planning period 2025 and 2026 dated August 23, 2024, project No. FSGN-2024-0014 (1024041900023-6-1.2.1;2.6.2;3.1.3;3.2.12;3.2.4).

For citation: Khalilov MA, Moshkin AS, Moshkina LV. Patterns of neck main arteries morphometry and echocardiography data. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2024; 105(5): 255–261 (in Russian). https://doi.org/10.20862/0042-4676-2024-105-5-255-261
For corresponding: Andrey S. Moshkin, e-mail: as.moshkin@internet.ru

Received December 2, 2024 *Revised January 11, 2025* *Accepted January 12, 2025*

Введение / Introduction

Патологии сердечно-сосудистой системы традиционно занимают ведущее место в структуре заболеваемости и смертности в развитых странах. Данные нарушения имеют различные этиологические причины [1, 2], но неизбежно доминируют в старшей группе населения [3, 4]. Высокотехнологические методы лечения позволяют в ранние сроки проводить лечебные и профилактические мероприятия, увеличивая продолжительность жизни пациентов [5–7].

Многие исследователи обращают внимание на корреляцию заболеваний сердца и магистральных артерий [8, 9]. Атеросклеротические изменения, выявляемые на уровне сонных артерий, служат важным прогностическим фактором при оценке риска нарушений церебрального и коронарного кровообращения [10, 11]. В работе D. Bos et al. описано исследование, в котором приняли участие 1349 человек, находившиеся под наблюдением в течение 5 лет для уточнения значения диагностики атеросклеротических изменений на уровне сонных артерий в прогнозе развития инсультов и ишемической болезни сердца [10].

Одним из наиболее эффективных и доступных методов диагностики патологии сосудов и сердца на амбулаторном этапе наблюдения является ультразвуковая визуализация [11, 12]. Она позволяет оценивать структуру стенок магистральных сосудов, выраженность гемодинамических изменений в случаях сосудистых аномалий и атеросклеротических изменений. Эхокардиография – информативный метод оценки структуры миокарда и клапанного аппарата, который дает возможность проанализировать его сократительную функцию. В частности, публикация D. Momcilovic et al. демонстрирует влияние врожденных пороков развития сердца на морфологическое и функциональное состояние магистральных артерий с использованием инструментов современной ультразвуковой диагностики [13].

Следует обратить внимание, что изменение образа жизни, расширение доступности медицинской помощи и современные технологии позволяют развивать персонифицированные методы профилактики [12–15] на основе совершенствования инструментов прогнозирования риска сердечно-сосудистых заболеваний [16, 17]. Изучение роли индивидуальной изменчивости и вариантов течения заболеваний в сочетании с анализом сопутствующих биохимических показателей создает условия для успешного развития персонифицированных методов терапии [18–21] и хирургических вмешательств [2, 5, 22].

Цель – сравнить объективные результаты ультразвуковой визуализации магистральных артерий шеи с данными эхокардиографии, оценить корреляционные закономерности между морфологическими характеристиками структур.

Материал и методы / Material and methods

Проведен ретроспективный анализ данных обследования 244 добровольцев, которым была выполнена ультразвуковая визуализация сонных артерий и эхокардиография. Средний возраст участников составил 59,1±10,3 года (от 26 до 88 лет).

В работе использованы данные пациентов без признаков значимых гемодинамических изменений, проходивших профилактическое обследование (79 участников, 32,4%) или находящихся на лечении у кардиолога по поводу гипертонической болезни и/или нарушений сердечного ритма (165 человек, 67,6%) в период с 2021 по 2024 гг. В наблюдении не участвовали пациенты, перенесшие любые оперативные вмешательства на сердце и/или изучаемых сосудах, перенесшие инфаркт миокарда, тромбоэмболию легочной артерии.

Визуализацию выполняли с использованием ультразвуковых диагностических систем SonoAce R7 (Samsung, Южная Корея) и GE Logiq F6 (General Electric, США), оснащенных линейными и секторальными трансдьюсерами, необходимыми для проведения процедур программными опциями. Все исследования проводили по единой методике с оценкой диаметров общей сонной артерии (ОСА), внутренней сонной артерии (ВСА), наружной сонной артерии (НСА), позвоночных артерий (ПА), а также комплексов «интима – медиа» (КИМ), эхографических характеристик стенки аорты, аортального и митрального клапанов.

Полученные данные объединяли и группировали в электронных таблицах Excel 2007 (Microsoft, США), а затем подвергали статистическому анализу с использованием средств SPSS Statistics 20 (IBM, США).

Формирование групп происходило на основе диагностики следующих признаков при эхокардиографии:

1) наличие изменений аорты (усиление эхогенности, кальцификация стенок);
2) наличие изменений аорты и аортального клапана (усиление эхогенности, утолщение створок, кальцификация);
3) наличие изменений аорты и митрального клапана;
4) наличие изменений стенки аорты, створок аортального и митрального клапанов;
5) отсутствие изменений аорты, аортального и митрального клапанов;
6) наличие изменений только аортального клапана;
7) наличие изменений только митрального клапана;
8) наличие изменений только аортального и митрального клапанов.

Результаты / Results

В результате анализа полученных данных во всех группах отмечены признаки нормального статистического распределения изучаемых морфометрических показателей.

Общие сведения о распределении участников с различными изменениями по данным эхокардиографии отражены в таблице 1. Результаты измерений на уровне магистральных артерий шеи представлены в таблице 2.

Учитывая малое количество участников в 6–8-й группах, оценка статистической значимости (p) была выполнена для сравнения пар 1–5-й групп с расчетом t-критерия Стьюдента. Результаты приведены в таблице 3.

Обсуждение / Discussion

В проведенной нами работе наибольшая толщина КИМ и диаметр ОСА (5,8 мм) отмечены в 4-й группе (с признаками изменений аорты и клапанов сердца). Наименьший диаметр ОСА (5,0 мм) зарегистрирован в 6-й группе (изменения только створок аортального клапана). Наибольшая толщина КИМ и диаметр ВСА (4,6 мм) наблюдались в 7-й группе (изменения створок митрального клапана). В этой же группе выявлен наибольший средний диаметр НСА (3,6 мм). Наименьший диаметр ВСА (4,1 мм) зафиксирован в 1-й группе (изменения стенок аорты). Самые малые значения для диаметра НСА (2,8 мм) были определены в 6-й группе вместе с наименьшим средним показателем диаметра ПА.

При оценке статистической значимости различий между парами групп в случаях диагностики структурных изменений стенок аорты и клапанного аппарата сердца показатели отличались слабо, чаще для значений КИМ. Статистически значимые различия наблюдались для диаметра ВСА при сравнении 1-й и 4-й групп. При сравнении морфометрических показателей на уровне ПА в случаях диагностированных изменений существенных различий при сравнении групп не отмечено.

Ожидаемо, что более выраженные различия зафиксированы при сравнении результатов других групп с 5-й группой наблюдения (без выраженных изменений стенки аорты и клапанов сердца). В данном случае наблюдалось множество закономерных различий. Исключение составляет результат сравнения между 2-й и 5-й группами для диаметра ОСА. Обращает на себя внимание отсутствие значимых различий между результатами для ВСА при сравнении всех групп с 5-й, кроме КИМ (значимые различия для пары групп 4–5). На уровне НСА статистически значимые различия выявлены для показателя КИМ во всех случаях сравнения с 5-й группой, а для диаметра – только при

Таблица 1

Общие сведения о распределения участников с различными изменениями по данным эхокардиографии

Table 1

General information about the distribution of participants with various changes according to echocardiography data

Группа / Group	Изменения / Changes	Количество случаев, n / Number of cases, n
1	Аорта / Aorta	39
2	Аорта и аортальный клапан / Aorta and aortic valve	21
3	Аорта и митральный клапан / Aorta and mitral valve	38
4	Аорта, аортальный и митральный клапаны / Aorta, aortic and mitral valves	71
5	Нет изменений аорты, аортального и митрального клапанов / No changes in aorta, aortic and mitral valves	62
6	Аортальный клапан / Aortic valve	2
7	Митральный клапан / Mitral valve	8
8	Аортальный и митральный клапаны / Aortic and mitral valves	3

Таблица 2

Результаты оценки морфометрических показателей на уровне магистральных артерий шеи, мм

Table 2

Assessment of morphometric parameters at the level of main arteries of the neck, mm

Группа / Group	Сосуд / Vessel							
	ОСА / CCA		ВСА / ICA		НСА / ECA		ПА / VA	
	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC
1	5,7±0,5	1,2±0,3	4,1±0,4	0,8±0,2	3,4±0,3	0,7±0,2	3,2±0,5	0,5±0,1
2	5,7±0,6	1,1±0,3	4,3±0,4	0,8±0,2	3,4±0,4	0,7±0,2	3,1±0,5	0,5±0,1
3	5,7±0,5	1,1±0,2	4,2±0,4	0,8±0,2	3,3±0,3	0,7±0,1	3,2±0,4	0,5±0,1
4	5,8±0,7	1,3±0,3	4,3±0,5	0,9±0,3	3,4±0,4	0,7±0,2	3,3±0,5	0,5±0,1
5	5,5±0,6	1,0±0,2	4,2±0,5	0,7±0,2	3,2±0,4	0,6±0,1	3,0±0,4	0,5±0,1
6	5,0±0,3	0,9±0,2	4,5±0,2	0,5±0,1	2,8±0,3	0,6±0,0	2,8±0,4	0,3±0,1
7	5,7±0,5	1,1±0,1	4,6±0,4	0,9±0,2	3,6±0,4	0,7±0,1	3,3±0,5	0,5±0,1
8	5,1±0,4	0,8±0,2	3,9±0,2	0,6±0,1	3,2±0,4	0,6±0,1	3,0±0,3	0,5±0,1

Примечание. ОСА – общая сонная артерия; ВСА – внутренняя сонная артерия; НСА – наружная сонная артерия; ПА – позвоночные артерии; КИМ – комплекс «интима – медиа».

Note. CCA – common carotid artery; ICA – internal carotid artery; ECA – external carotid artery; VA – vertebral arteries; IMC – intima-media complex.

Таблица 3

Значимость различий (p) при расчете t-критерия Стьюдента для пар 1–5-й групп

Table 3

Significance of differences (p) by Student's t-test for pairs of Groups 1–5

Группа / Group	Сосуд / Vessel							
	ОСА / CCA		ВСА / ICA		НСА / ECA		ПА / VA	
	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC	Диаметр / Diameter	КИМ / IMC
1–2	0,930	0,234	0,157	0,981	0,564	0,150	0,327	0,907
1–3	0,941	0,086	0,203	0,758	0,890	0,043*	0,766	0,926
1–4	0,190	0,063	0,050*	0,005*	0,854	0,692	0,617	0,870
1–5	0,030*	0,001*	0,724	0,178	0,086	0,001*	0,011*	0,003*
2–3	0,974	0,949	0,733	0,784	0,497	0,898	0,417	0,427
2–4	0,353	0,006*	0,847	0,030*	0,693	0,147	0,293	0,792
2–5	0,070	0,003*	0,358	0,283	0,059	0,003*	0,318	0,010*
3–4	0,205	0,001*	0,537	0,002*	0,754	0,038*	0,471	0,951
3–5	0,020*	0,001*	0,424	0,308	0,119	0,001*	0,020*	0,003*
4–5	0,001*	0,001*	0,130	0,001*	0,046*	0,001*	0,009*	0,001*

Примечание. * Статистически значимые различия.

Note. * Statistically significant differences.

сравнении 4-й и 5-й групп. Значимыми оказались различия показателей морфометрии на уровне ПА, схожие с результатами для ОСА (не существенны различия диаметра при сравнении 2-й и 5-й групп).

Полученные данные отражают индивидуальные особенности развития изменений сосудистых стенок магистральных артерий шеи. Особенно интересны эти процессы в сочетании со структур-

ными изменениями аорты и клапанного аппарата сердца (аортального и митрального клапанов).

Заключение / Conclusion

Наибольший диаметр ОСА 5,8±0,7 мм отмечен в сочетании с изменениями стенки аорты и клапанов сердца. Наименьший диаметр ОСА (5,0±0,3 мм) выявлен в 6-й группе. Наибольшие диаметры ВСА (4,6±0,4 мм) и НСА (3,6±0,4) зарегистрированы при изменениях створок митрального клапана. Наименьший диаметр ВСА (4,1±0,4 мм) наблюдался при изменениях только стенок аорты. Самые малые значения для диаметров НСА и ПА составили 2,8 мм в сочетании с изменениями только аортального клапана. Наиболее выраженными различиями характеризовались результаты сравнения данных при отсутствии значимых изменений стенок аорты и клапанов сердца для ОСА, ПА и КИМ НСА.

Представленные наблюдения расширяют наше представление об индивидуальных особенностях магистральных артерий шеи, сопровождающих изменение стенок аорты и клапанного аппарата сердца.

Литература

1. Mahendiran T, Collet C, De Bruyne B. Coronary-artery autoregulation with increasing stenosis. N Engl J Med. 2024; 390(21): 2030–2. https://doi.org/10.1056/NEJMc2402216.
2. Limanto DH, Chang HW, Kim DJ, et al. Coronary artery size as a predictor of Y-graft patency following coronary artery bypass surgery. Medicine. 2021; 100(2): e24063. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000024063.
3. Baibhav B, Gedela M, Moulton M, et al. Role of invasive functional assessment in surgical revascularization of coronary artery disease. Circulation. 2018; 137(16): 1731–9. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031182.
4. Jovin DG, Katlaps GJ, Sumption KF. Coronary artery bypass graft markers: history, usage, and effects. Gen Thorac Cardiovasc Surg. 2020; 68(5): 453–8. https://doi.org/10.1007/s11748-020-01325-2.
5. Teman NR, Hawkins RB, Charles EJ, et al. Investigators for the Virginia Cardiac Services Quality Initiative. Minimally invasive vs open coronary surgery: a multi-institutional analysis of cost and outcomes. Ann Thorac Surg. 2021; 111(5): 1478–84. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.06.136.
6. Jahangiri M, Mani K, Nowell J. Does minimally invasive coronary artery surgery have prognostic and cost benefits? Ann Thorac Surg. 2022; 114(2): 609–10. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.06.050.
7. Razavi AC, Raggi P, Whelton SP. Coronary artery calcium: the canary in the coal mine. Atherosclerosis. 2024; 392: 117499. https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2024.117499.
8. Хасанов А.Х., Давлетшин Р.А., Карамова И.М. и др. Гендерные особенности раннего стенозирующего поражения коронарных артерий у больных высокого риска с наличием мультифокального атеросклероза. Евразийский кардиологический журнал. 2018; 4: 52–63. https://doi.org/10.38109/2225-1685-2018-4-52-63.
9. Сагателян А.А., Константинова Е.В., Богданова А.А. и др. Особенности атеросклероза сонных артерий у пациентов старческого возраста с острым коронарным синдромом. Медицинский алфавит. 2022; 20: 43–7. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-20-43-47.
10. Bos D, Arshi B, van den Bouwhuijsen QJA, et al. Atherosclerotic carotid plaque composition and incident stroke and coronary events. J Am Coll Cardiol. 2021; 77(11): 1426–35. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.01.038.
11. Garg PK, Bhatia HS, Allen TS, et al. Assessment of subclinical atherosclerosis in asymptomatic people in vivo: measurements suitable for biomarker and Mendelian randomization studies. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2024; 44(1): 24–47. https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.123.320138.
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. В кн.: 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 г. Воронеж: Научная книга; 2024: 161–3.
13. Momcilovic D, Begrich C, Stumpf MJ, et al. Preclinical atherosclerotic burden in carotid and lower extremity arteries in adults with congenital heart disease. Vasa. 2023; 52(4): 257–63. https://doi.org/10.1024/0301-1526/a001073.
14. Николенко В.Н., Мошкин А.С., Халилов М.А. и др. Оценка гемодинамических показателей на основе результатов ультразвуковой допплерографии при различных вариантах положения сосудов в области бифуркации общих сонных артерий. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2024; 23(2): 15–23. https://doi.org/10.24884/1682-6655-2024-23-2-15-23.
15. Мошкин А.С., Халилов М.А., Шмелева С.В. и др. Организация персонифицированного лечения заболеваний сонных артерий с учетом анализа вариантов бифуркации. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021; 29(4): 951–6. https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-4-951-956.
16. Schwarzman LS, Griza DS, Frazin LJ, et al. Coronary artery radial deformation and velocity in native and stented arteries. J Interv Cardiol. 2022; 2022: 5981027. https://doi.org/10.1155/2022/5981027.
17. Ihle-Hansen H, Vigen T, Berge T, et al. Carotid plaque score for stroke and cardiovascular risk prediction in a middle-aged cohort from the general population. J Am Heart Assoc. 2023; 12(17): e030739. https://doi.org/10.1161/JAHA.123.030739.
18. Варавин Н.А., Харитонов М.А., Тарасов В.А. Дисфункция сердца и особенности ремоделирования сосудистой стенки у пациентов с хронической обстуктивной болезнью легких. Известия Российской военно-медицинской академии. 2020; 39(1S): 26–9.
19. Андреева И.В., Григорьева А.С., Калинина Н.В. Тканевые биомаркеры раннего сосудистого старения. Digital Diagnostics. 2021; 2(2S): 8–9. https://doi.org/10.17816/DD83173.
20. Мешков А.Н., Ершова А.И., Шальнова С.А. и др. Кросс-секционное исследование по оценке распространенности семейной гиперхолестеринемии в отдельных регионах Российской Федерации: актуальность, дизайн исследования и исходные

характеристики участников. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2020; 16(1): 24–32. https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-02-17.
21. Канорский С.Г., Мамедов М.Н. Реваскуляризация коронарных и периферических артерий при сахарном диабете: взгляд кардиолога. Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2021; 9(31): 4–13. https://doi.org/10.24412/2311-1623-2021-31-4-13.
22. Fortier JH, Ferrari G, Glineur D, et al. Implications of coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention on disease progression and the resulting changes to the physiology and pathology of the native coronary arteries. Eur J Cardiothorac Surg. 2018; 54(5): 809–16. https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy171.

References

1. Mahendiran T, Collet C, De Bruyne B. Coronary-artery autoregulation with increasing stenosis. N Engl J Med. 2024; 390(21): 2030–2. https://doi.org/10.1056/NEJMc2402216.
2. Limanto DH, Chang HW, Kim DJ, et al. Coronary artery size as a predictor of Y-graft patency following coronary artery bypass surgery. Medicine. 2021; 100(2): e24063. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000024063.
3. Baibhav B, Gedela M, Moulton M, et al. Role of invasive functional assessment in surgical revascularization of coronary artery disease. Circulation. 2018; 137(16): 1731–9. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031182.
4. Jovin DG, Katlaps GJ, Sumption KF. Coronary artery bypass graft markers: history, usage, and effects. Gen Thorac Cardiovasc Surg. 2020; 68(5): 453–8. https://doi.org/10.1007/s11748-020-01325-2.
5. Teman NR, Hawkins RB, Charles EJ, et al. Investigators for the Virginia Cardiac Services Quality Initiative. Minimally invasive vs open coronary surgery: a multi-institutional analysis of cost and outcomes. Ann Thorac Surg. 2021; 111(5): 1478–84. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.06.136.
6. Jahangiri M, Mani K, Nowell J. Does minimally invasive coronary artery surgery have prognostic and cost benefits? Ann Thorac Surg. 2022; 114(2): 609–10. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.06.050.
7. Razavi AC, Raggi P, Whelton SP. Coronary artery calcium: the canary in the coal mine. Atherosclerosis. 2024; 392: 117499. https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2024.117499.
8. Khasanov AKh, Davletshin RA, Karamova IM, et al. Gender features of early stenotic lesions of coronary arteries in high-risk patients with the presence of multifocal atherosclerosis. Eurasian Heart Journal. 2018; 4: 52–63 (in Russ). https://doi.org/10.38109/2225-1685-2018-4-52-63.
9. Sagatelyan AA, Konstantinova EV, Bogdanova AA, et al. Features of atherosclerosis of the carotid arteries in elderly patients with acute coronary syndrome. Medical Alphabet. 2022; 20: 43–7 (in Russ). https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-20-43-47.
10. Bos D, Arshi B, van den Bouwhuijsen QJA, et al. Atherosclerotic carotid plaque composition and incident stroke and coronary events. J Am Coll Cardiol. 2021; 77(11): 1426–35. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.01.038.
11. Garg PK, Bhatia HS, Allen TS, et al. Assessment of subclinical atherosclerosis in asymptomatic people in vivo: measurements suitable for biomarker and Mendelian randomization studies. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2024; 44(1): 24–47. https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.123.320138.
12. Moshkin AS, Khalilov MA, Nikolenko VN, Moshkina LV. Effect of the relative position of extracranial arteries on cerebral hemodynamics. Anatomy in the 21st century: tradition and modernity. In: Proceedings 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 Pavlov Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, May 16–18, 2024. Voronezh: Nauchnaya kniga; 2024: 161–3 (in Russ).
13. Momcilovic D, Begrich C, Stumpf MJ, et al. Preclinical atherosclerotic burden in carotid and lower extremity arteries in adults with congenital heart disease. Vasa. 2023; 52(4): 257–63. https://doi.org/10.1024/0301-1526/a001073.
14. Nikolenko VN, Moshkin AS, Khalilov MA, et al. Assessment of hemodynamic parameters based on the results of ultrasound Dopplerography in different variants of the position of vessels in the area of bifurcation of the common carotid arteries. Regional Blood Circulation and Microcirculation. 2024; 23(2): 15–23 (in Russ). https://doi.org/10.24884/1682-6655-2024-23-2-15-23.
15. Moshkin AS, Khalilov MA, Shmeleva SV, et al. The organization or personified treatment of diseases of coronary arteries considering analysis of bifurcation modifications. Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine. 2021; 29(4): 951–6 (in Russ). https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-4-951-956.
16. Schwarzman LS, Griza DS, Frazin LJ, et al. Coronary artery radial deformation and velocity in native and stented arteries. J Interv Cardiol. 2022; 2022: 5981027. https://doi.org/10.1155/2022/5981027.
17. Ihle-Hansen H, Vigen T, Berge T, et al. Carotid plaque score for stroke and cardiovascular risk prediction in a middle-aged cohort from the general population. J Am Heart Assoc. 2023; 12(17): e030739. https://doi.org/10.1161/JAHA.123.030739.
18. Varavin NA, Kharitonov MA, Tarasov VA. Heart dysfunction and features of vascular wall remodeling in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Russian Military Medical Academy Reports. 2020; 39(1S): 26–9 (in Russ).
19. Andreeva IV, Grigorev AS, Kalina NV. Tissue biomarkers of early vascular aging. Digital Diagnostics. 2021; 2(2S): 8–9 (in Russ). https://doi.org/10.17816/DD83173.
20. Meshkov AN, Ershova AI, Shalnova SA, et al. Cross-sectional study to estimate the prevalence of familial hypercholesterolemia in selected regions of the russian federation: relevance, design of the study and initial characteristics of the participants. Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2020; 16(1): 24–32 (in Russ). https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-02-17.
21. Kanorsky SG, Mammadov MN. Coronary and peripheral arteries revascularization in patients with diabetes mellitus: a cardiologist's view. International Heart and Vascular Disease Journal. 2021; 9(31): 4–13 (in Russ). https://doi.org/10.24412/2311-1623-2021-31-4-13.
22. Fortier JH, Ferrari G, Glineur D, et al. Implications of coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention on disease progression and the resulting changes to the physiology and pathology of the native coronary arteries. Eur J Cardiothorac Surg. 2018; 54(5): 809–16. https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy171.