

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.114745>

# Изменчивость морфометрических характеристик парных артерий головного мозга у детей в период раннего детства

Ю.А. Гладилин<sup>1</sup>, О.А. Фомкина<sup>1</sup>, В.Н. Николенко<sup>2, 3</sup><sup>1</sup> Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, Саратов, Российская Федерация;<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация;<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Имеются многочисленные работы, освещающие вопросы возрастной, половой и билатеральной изменчивости артерий головного мозга у взрослых людей. Сведения о морфометрических параметрах артерий головного мозга у детей в норме в доступной литературе отсутствуют.

**Цель** — представить данные о морфометрических характеристиках парных артерий головного мозга у детей в период раннего детства в норме с учётом половой и билатеральной изменчивости.

**Материалы и методы.** Изучены образцы прекоммуникационных сегментов передних мозговых артерий (ПМА), клиновидных частей средних мозговых артерий (СМА), прекоммуникационных сегментов задних мозговых артерий (ЗМА), внутричерепных частей позвоночных артерий (ПА) и мозговых отделов внутренних сонных артерий (ВСА), изъятые при аутопсии трупов 18 детей периода раннего детства (1–2 года), умерших по причинам, не связанным с острой сосудистой церебральной патологией. Определяли наружный и внутренний диаметры, толщину стенки.

**Результаты.** Средние значения вышеуказанных параметров соответственно составили: ПМА —  $1,76 \pm 0,04$  мм,  $0,14 \pm 0,01$  мм и  $1,49 \pm 0,04$  мм; СМА —  $2,07 \pm 0,04$  мм,  $0,14 \pm 0,01$  мм,  $1,79 \pm 0,04$  мм; ЗМА —  $1,83 \pm 0,06$  мм,  $0,13 \pm 0,01$  мм,  $1,55 \pm 0,06$  мм; ПА —  $2,08 \pm 0,06$  мм,  $0,15 \pm 0,01$  мм,  $1,77 \pm 0,05$  мм; ВСА —  $2,60 \pm 0,05$  мм,  $0,15 \pm 0,01$  мм,  $2,30 \pm 0,05$  мм. Наружный и внутренний диаметры ЗМА преобладают в правом полушарии: 17,3% ( $p=0,009$ ) и 19,9% ( $p=0,016$ ) соответственно. Наружный и внутренний диаметры ВСА преобладали у мальчиков: 9,1% ( $p=0,019$ ) и 12,9% ( $p=0,006$ ) соответственно.

**Заключение.** Получены средние значения наружного диаметра, толщины стенки и внутреннего диаметра парных артерий головного мозга у детей в периоде раннего детства. Большинство параметров не имеют подтверждённых билатеральных и половых различий. Полученные данные могут быть полезны для интерпретации неинвазивных методов исследования, а также должны учитываться при разработке и адаптации внутрисосудистых устройств для использования в педиатрической практике.

**Ключевые слова:** передняя мозговая артерия; средняя мозговая артерия; задняя мозговая артерия; позвоночная артерия; внутренняя сонная артерия; период раннего детства.

## Как цитировать:

Гладилин Ю.А., Фомкина О.А., Николенко В.Н. Изменчивость морфометрических характеристик парных артерий головного мозга у детей в период раннего детства // Морфология. 2022. Т. 160, № 2. С. 77–83. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.114745>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.114745>

# Variability of morphometric characteristics of paired arteries of the brain in children during early childhood

Yury A. Gladilin<sup>1</sup>, Olga A. Fomkina<sup>1</sup>, Vladimir N. Nikolenko<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup> Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation;

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation;

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** There are numerous works in the literature covering issues of age, sexual and bilateral variability of the cerebral arteries in adults. There is no information on morphometric parameters of the cerebral arteries in children.

**AIM:** To present data on the morphometric characteristics of the paired arteries of the brain in children during early childhood, taking into account sexual and bilateral variability.

**MATERIALS AND METHODS:** Samples of precommunication segments of the anterior cerebral arteries (ACA), wedge-shaped parts of the middle cerebral arteries (MCA), precommunication segments of the posterior cerebral arteries (PCA), intracranial parts of the vertebral arteries (VA) and cerebral parts of the internal carotid arteries (ICA) seized during autopsy of corpses of 18 children from early childhood (1–2 years) who died for reasons not associated with acute vascular cerebral pathology. Outside and inside diameters, wall thickness were determined.

**RESULTS:** The mean values of the above parameters were respectively: ACA —  $1.76 \pm 0.04$  mm,  $0.14 \pm 0.01$  mm and  $1.49 \pm 0.04$  mm; MCA —  $2.07 \pm 0.04$  mm,  $0.14 \pm 0.01$  mm,  $1.79 \pm 0.04$  mm; PCA —  $1.83 \pm 0.06$  mm,  $0.13 \pm 0.01$  mm,  $1.55 \pm 0.06$  mm; VA —  $2.08 \pm 0.06$  mm,  $0.15 \pm 0.01$  mm,  $1.77 \pm 0.05$  mm; ICA —  $2.60 \pm 0.05$  mm,  $0.15 \pm 0.01$  mm,  $2.30 \pm 0.05$  mm. Outside and inside diameters of the ACA predominate in the right hemisphere by 17.3% ( $p=0.009$ ) and 19.9% ( $p=0.016$ ), respectively. Outside and inside diameters PCA prevailed in boys, respectively, by 9.1% ( $p=0.019$ ) and 12.9% ( $p=0.006$ ).

**CONCLUSION:** Average data of outside diameter, wall thickness and inside diameters of paired arteries of the brain in children in the period of early childhood were obtained. Most parameters have no confirmed bilateral and sexual differences. The findings may be useful for interpreting non-invasive research methods and should also be considered in the design and adaptation of intravascular devices for use in pediatric practice.

**Keywords:** anterior cerebral artery; middle cerebral artery; posterior cerebral artery; vertebral artery; internal carotid artery; early childhood.

## To cite this article:

Gladilin YuA, Fomkina OA, Nikolenko VN. Variability of morphometric characteristics of paired arteries of the brain in children during early childhood. *Morphology*. 2022;160(2):77–83. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.114745>

## ВВЕДЕНИЕ

На фоне увеличения количества выполняемых нейрохирургических операций, в том числе у детей [1], сведения об анатомической изменчивости и морфометрических характеристиках главных мозговых артерий представляют несомненный интерес для совершенствования диагностики и методов оперативного лечения патологии головного мозга [2]. В литературе имеются многочисленные работы, освещающие сведения о возрастной, половой и билатеральной изменчивости артерий головного мозга взрослых людей в норме и при различных патологиях [2–7].

Исследованию артерий головного мозга у детей посвящено значительно меньшее количество работ. При этом подавляющая часть касается вариантов артериального круга большого мозга [8, 9] или затрагивает параметры той или иной артерии при каком-либо заболевании [10, 11] либо аномалии.

Сведений о морфометрических параметрах артерий головного мозга у детей в норме в популярных базах научных данных (eLIBRARY.RU, PubMed, ResearchGate и др.) среди отечественных и зарубежных публикаций нами не обнаружено.

Современные технологии (КТ, МРТ), безусловно, позволяют прижизненно получить такие данные, но учитывая тот факт, что у детей данные процедуры проводятся реже, чем у взрослых, и по строгим показаниям, получить сведения об анатомической норме этих артерий затруднительно. Между тем эти сведения могли бы быть полезны при интерпретации рентгенографических исследований сосудов, а также должны учитываться при разработке и адаптации внутрисосудистых устройств для использования в педиатрии.

**Цель** — представить данные о морфометрических характеристиках парных артерий головного мозга у детей в период раннего детства в норме с учётом половой и билатеральной изменчивости.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования послужили образцы прекоммуникационных сегментов передних мозговых артерий (ПМА), клиновидных частей средних мозговых артерий (СМА), прекоммуникационных сегментов задних мозговых артерий (ЗМА), внутрисегментных частей позвоночных артерий (ПА) и мозговых отделов внутренних сонных артерий (ВСА), изъятые при аутопсии трупов 18 детей (13 мальчиков, 5 девочек) периода раннего детства (1–2 года), умерших по причинам, не связанным с острой сосудистой церебральной патологией.

Исследование выполнено на базе Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского в соответствии с требованиями Федерального закона от 12.01.1996 № 8-ФЗ (ред. от 03.07.2016, с изм. от 19.12.2016) «О погребении и похоронном деле»

(с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 01.01.2017) (ст. 5), регламентирующего работу с секционным материалом. На проведение исследования получено разрешение этического комитета Саратовского государственного медицинского университета им. В.И. Разумовского (протокол № 7 от 1.03.2011 г.).

Наружный диаметр и толщину измеряли под микроскопом МБС 9 на миллиметровых поперечных срезах нативных препаратов артерий, помещённых в чашку Петри с физиологическим раствором сразу же после их извлечения из трупа. Срезы производили с помощью бритвы из середины мозговой части ВСА перед её разделением на ПМА и СМА, из середины прекоммуникационных сегментов ПМА и ЗМА, начальной части СМА, участков внутрисегментных частей позвоночных артерий перед их соединением в базилярную артерию. В связи с тем, что на срезе поперечник артерий имел эллипсоидную форму, измеряли два взаимно перпендикулярных размера наружного диаметра и из них определяли среднюю величину. Толщину стенки определяли прямым измерением, а внутренний диаметр (диаметр просвета) рассчитывали путём вычитания из величины наружного диаметра удвоенной толщины стенки.

**Статистическая обработка.** Полученный цифровой материал обрабатывали вариационно-статистическим методом в программе Statistica v. 10. Предварительно материал исследования проверен на нормальность распределения с использованием теста Колмогорова–Смирнова. В случае нормального распределения определяли минимальное и максимальное значения (min–max), среднее арифметическое ( $M$ ), ошибку среднего арифметического ( $m$ ), среднее квадратическое отклонение ( $s$ ) и коэффициент вариации ( $C_v, \%$ ). В ряде случаев распределение было близко к нормальному, в связи с этим для корректного анализа дополнительно для всех параметров была рассчитана медиана ( $Me$ ) и квартильный диапазон [Q25; Q75].

Парные сравнения групп выполняли с использованием критерия Стьюдента и  $U$ -критерия Манна–Уитни. Надёжность используемых статистических оценок принималась не менее 95%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В периоде раннего детства наибольшим наружным диаметром среди изученных артерий обладает ВСА (в среднем 2,60 мм). Она в среднем на 25,0% ( $p < 0,001$ ) шире ПА и СМА, имеющих примерно одинаковый наружный диаметр ( $p=0,875$ ), — 2,08 и 2,07 мм соответственно. В свою очередь наружный диаметр этих артерий в среднем на 15,7% ( $p < 0,001$ ) больше, чем у ЗМА и ПМА, имеющих примерно одинаковую величину данного параметра ( $p=0,328$ ), — 1,83 и 1,76 мм соответственно.

Самым широким просветом также характеризуется ВСА (в среднем 2,30 мм). Её внутренний диаметр в среднем на 29,2% больше ( $p < 0,001$ ), чем у СМА (1,79 мм) и ПА (1,77 мм), не имеющих значимых различий по данному

параметру ( $p=0,670$ ). В свою очередь, диаметр просвета этих артерий в среднем на 16,5% больше ( $p=0,007$ ), чем у ЗМА и ПМА, имеющих примерно одинаковую ширину просвета ( $p=0,394$ ), — 1,55 и 1,49 мм соответственно. Схематично распределение артерий в порядке уменьшения их наружного диаметра и диаметра просвета можно представить так: ВСА > ПА=СМА > ЗМА=ПМА.

Толщина стенки изученных артерий не имеет статистически значимых различий ( $p=0,163-0,787$ ) и варьирует в пределах от 0,13 до 0,15 мм.

Билатеральные различия обнаружены только у наружного диаметра и диаметра просвета ЗМА. Оба параметра преобладают в правом полушарии: 17,3% ( $p=0,009$ ) и 19,9% ( $p=0,016$ ) соответственно. Другие характеристики артерий несущественно различаются справа и слева. В указанном возрасте половые различия статистически

подтверждаются только для наружного диаметра и диаметра просвета ВСА. Оба параметра преобладали у мальчиков: 9,1% ( $p=0,019$ ) и 12,9% ( $p=0,006$ ) соответственно. В связи с отсутствием у большинства артерий статистически подтверждённых билатеральных и половых различий, изученные параметры описаны обобщённо — для правой и левой сторон артериального круга, без учёта половой принадлежности (табл. 1). Для ЗМА и ВСА внесены уточнения, касающиеся имеющихся билатеральных и половых различий (табл. 2, 3).

Самым изменчивым параметром среди всех изученных артерий является толщина стенки ( $C_v$  варьирует от 29,0 до 35,9%, достигая наибольшей величины у ВСА). Наименее изменчивый параметр — наружный диаметр ( $C_v$  варьирует от 10,4 до 18,2%, достигая наименьшей величины у СМА).

**Таблица 1.** Средние морфометрические параметры передних мозговых, средних мозговых и позвоночных артерий в периоде раннего детства ( $n=36$ ), мм

**Table 1.** Average morphometric parameters of the anterior cerebral, middle cerebral and vertebral arteries in the period of early childhood ( $n=36$ ), mm

Артерия	Параметр	Вариационно-статистические показатели				
		min-max	Me [Q25; Q75]	M±m	σ	$C_v$
ПМА	Наружный диаметр	1,31–2,60	1,76 [1,68; 1,86]	1,76±0,04	0,24	13,6
	Толщина стенки	0,07–0,23	0,13 [0,10; 0,16]	0,14±0,01	0,04	29,0
	Диаметр просвета	1,07–2,46	1,48 [1,38; 1,56]	1,49±0,04	0,25	16,8
СМА	Наружный диаметр	1,31–2,56	2,10 [2,04; 2,12]	2,07±0,04	0,21	10,4
	Толщина стенки	0,07–0,27	0,13 [0,10; 0,15]	0,14±0,01	0,05	34,9
	Диаметр просвета	1,11–2,36	1,83 [1,71; 1,88]	1,79±0,04	0,22	12,1
ПА	Наружный диаметр	1,12–2,93	2,09 [1,93; 2,25]	2,08±0,06	0,34	16,5
	Толщина стенки	0,07–0,25	0,16 [0,10; 0,20]	0,15±0,01	0,05	33,3
	Диаметр просвета	0,92–2,47	1,79 [1,68; 1,85]	1,77±0,05	0,31	17,8

Примечание: ПМА — передняя мозговая артерия, СМА — средняя мозговая артерия, ПА — позвоночная артерия.

Note: PMA — anterior cerebral artery, CMA — middle cerebral artery, PA — vertebral artery.

**Таблица 2.** Средние морфометрические параметры задней мозговой артерии в периоде раннего детства с учётом билатеральных различий ( $n=36$ ), мм

**Table 2.** Average morphometric parameters of the posterior cerebral artery in early childhood, taking into account bilateral differences ( $n=36$ ), mm

Параметр		Вариационно-статистические показатели				
		min-max	Me [Q25; Q75]	M±m	σ	$C_v$
Наружный диаметр	Справа ( $n=18$ )	1,43–2,56	1,97 [1,87; 2,00]	1,97±0,07	0,23	14,9
	Слева ( $n=18$ )	0,75–2,31	1,68 [1,53; 1,86]	1,68±0,07	0,32	18,7
	Обобщённо	0,75–2,56	1,87 [1,68; 1,97]	1,83±0,06	0,33	18,2
Толщина стенки	Обобщённо	0,07–0,27	0,10 [0,14; 0,17]	0,13±0,01	0,05	34,0
	Справа ( $n=18$ )	1,16–2,36	1,69 [1,49; 1,78]	1,69±0,07	0,31	18,4
	Слева ( $n=18$ )	0,51–2,11	1,40 [1,31; 1,56]	1,41±0,08	0,34	24,4
Диаметр просвета	Обобщённо	0,51–2,36	1,36 [1,53; 1,70]	1,55±0,06	0,35	22,8

**Таблица 3.** Средние морфометрические параметры внутренней сонной артерии в периоде раннего детства с учётом половых различий ( $n=36$ ), мм**Table 3.** Average morphometric parameters of the internal carotid artery in early childhood, taking into account gender lychee ( $n=36$ ), mm

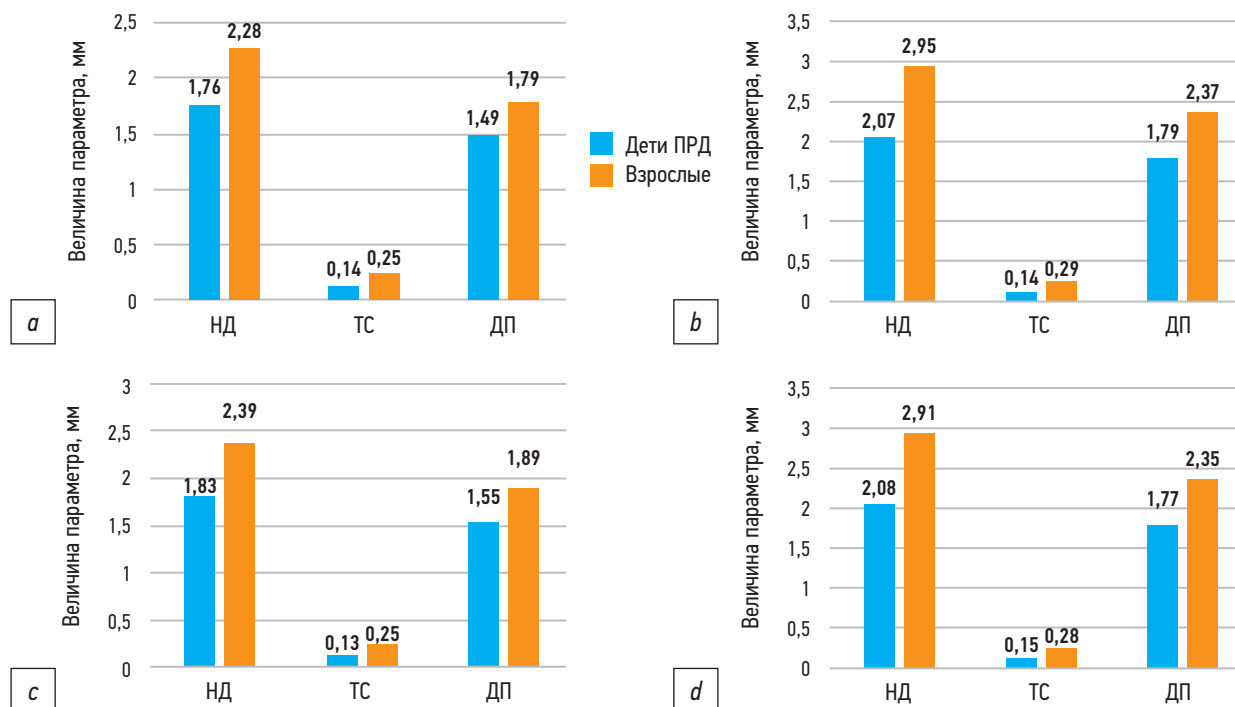
Параметр	Вариационно-статистические показатели					
	min-max	Me [Q25; Q75]	M±m	$\sigma$	$C_v$	
Наружный диаметр	Муж. ( $n=26$ )	1,87–3,37	2,65 [2,54; 2,84]	2,67±0,06	0,31	11,6
	Жен. ( $n=10$ )	2,12–2,68	2,43[2,33; 2,50]	2,42±0,05	0,15	6,3
	Обобщённо	1,87–3,37	2,55 [2,43; 2,70]	2,60±0,05	0,30	11,4
Толщина стенки	Обобщённо	0,07–0,25	0,15 [0,10; 0,20]	0,15±0,01	0,05	35,9
	Муж. ( $n=26$ )	1,47–2,92	2,36 [2,25; 2,59]	2,39±0,06	0,31	13,1
Диаметр просвета	Жен. ( $n=10$ )	1,87–2,48	2,09 [1,94; 2,11]	2,08±0,06	0,18	8,8
	Обобщённо	1,47–2,92	2,28 [2,09; 2,49]	2,30±0,05	0,31	13,6

## ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе имеются единичные данные о параметрах артерий головного мозга у детей. Так, в работе Ф.Х. Низамова [11] приводятся посмертные сведения о диаметре мозговых артерий 12 детей, страдавших ДЦП в тяжёлой форме. Автором указано, что в правом полушарии диаметр ПМА составляет  $1,88 \pm 0,09$  мм, СМА —  $1,84 \pm 0,07$  мм, ЗМА —  $1,92 \pm 0,07$  мм; в левом полушарии диаметр соответственно составляет  $1,78 \pm 0,16$ ;  $1,71 \pm 0,09$  и  $1,72 \pm 0,04$  мм. К сожалению, в работе не обозначен

возраст детей и отсутствуют указания на то, какой диаметр измеряли: наружный или внутренний. Это обстоятельство не позволяет корректно сравнить полученные нами результаты с данными Ф.Х. Низамова.

У детей в периоде раннего детства по сравнению с усреднёнными данными для аналогичных параметров взрослых людей [5, 6] зафиксированы статистически значимо ( $p < 0,001$ ) меньшие размеры: наружный диаметр (в среднем на 35,6%), толщина стенки (в среднем на 91,2%) и диаметр просвета (в среднем на 26,8%) (рис. 1).



**Рис. 1.** Сравнительный анализ параметров передней мозговой артерии (a), средней мозговой артерии (b), задней мозговой артерии (c) и позвоночной артерии (d) у детей в периоде раннего детства и взрослых людей [4, 5]. ПРД — период раннего детства, НД — наружный диаметр, ВД — внутренний диаметр, ТС — толщина стенки.

**Fig. 1.** Comparative analysis of the parameters of the anterior cerebral artery (a), middle cerebral artery (b), posterior cerebral artery (c) and vertebral artery (d) in children in early childhood and adults [4, 5]. ПРД — period of early childhood, НД — outside diameter, ВД — inner diameter, ТС — wall thickness.



Наружный диаметр ВСА в юношеском возрасте, а также в первом и втором периодах зрелого возраста у мужчин статистически значимо больше, чем у женщин [5], что согласуется с результатами данного исследования, касающимися наличия половых различий морфометрических параметров указанной артерии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены данные о наружном диаметре, толщине стенки и диаметре просвета передних, средних и задних мозговых артерий, а также внутренней сонной и позвоночной артерий у детей в периоде раннего детства в норме. Обнаружено значимое преобладание величин наружного диаметра и диаметра просвета задних мозговых артерий в правом полушарии мозга. Наружный диаметр и диаметр просвета внутренней сонной артерий больше у мальчиков. Большинство же других параметров не имеют статистически подтвержденных билатеральных и половых различий. Полученные данные могут быть полезны для интерпретации неинвазивных методов исследования, а также должны учитываться при разработке и адаптации внутрисосудистых устройств для использования в педиатрической практике.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перхов В.И. Пятилетняя динамика основных показателей работы нейрохирургической службы Российской Федерации // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021. Т. 29, № 5. С. 1186–1193. doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-5-1186-1193
2. Винокуров А.Г., Крылов В.В., Хуторной Н.В., Добровольский Г.Ф. Хирургическая анатомия артерий головного мозга. В кн.: Хирургия аневризм головного мозга / под ред. В.В. Крылова. Москва, 2011. Т. 1. 432 с.
3. Пажинский Л.В., Гайворонский И.В., Гайворонский А.И., Боля К.В. Вариантная анатомия артерий головного мозга человека // Медицина. XXI век. 2007. № 7. С. 72–78.
4. Николенко В.Н., Фомкина О.А., Гладили Ю.А. Анатомия внутричерепных артерий вертебробазилярной системы. Москва : Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 2014. 108 с.
5. Гладили Ю.А., Николенко В.Н. Вариантная анатомия внутренней сонной артерии, артериального круга большого мозга и мозговых артерий. Саратов : Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, 2009. 241 с.
6. Фомкина О.А. Закономерности индивидуально-типологической изменчивости морфометрических и биомеханических

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

**Вклад авторов.** Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (каждый автор внёс существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочёл и одобрил финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: концепция и дизайн исследования — В.Н. Николенко; сбор и обработка материала — Ю.А. Гладили, О.А. Фомкина; статистическая обработка данных — О.А. Фомкина; анализ и интерпретация данных — О.А. Фомкина; написание и редактирование текста — О.А. Фомкина, В.Н. Николенко.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declares that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. Concept and design of the study — V.N. Nikolenko; collection and processing of material — Yu.A. Gladilin, O.A. Fomkina; statistical data processing — O.A. Fomkina; data analysis and interpretation — O.A. Fomkina; writing and editing the text — O.A. Fomkina, V.N. Nikolenko.

параметров артерий головного мозга: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Саратов, 2017. Режим доступа: <https://www.disscat.com/content/zakonomernosti-individualno-tipologicheskoi-izmenchivosti-morfometricheskikh-i-biomekhaniche>

7. Трушель Н.А., Нечипуренко Н.И., Сидорович Р.Р., и др. Особенности строения сосудов головного мозга у лиц, умерших от разрыва аневризмы мозговых артерий // Журнал анатомии и гистопатологии. 2018. Т. 7, № 4. С. 75–80.

8. Ardakani S.K., Dadmehr M., Nejat F., et al. The cerebral arterial circle (circulus arteriosus cerebri): an anatomical study in fetus and infant samples // *Pediatr Neurosurg*. 2008. V. 44, N 5. P. 388–392. doi: 10.1159/000149906

9. Nyasa C., Mwakikunga A., Tembo L.H., et al. Anatomical variations and morphometric properties of the circulus arteriosus cerebri in a cadaveric Malawian population // *Folia Morphol (Warsz)*. 2021. V. 80, N 4. P. 820–826. doi: 10.5603/FM.a2020.0142

10. Arat Y.O., Arat A., Aydin K. Angiographic morphometry of internal carotid artery circulation in Turkish children // *Turk Neurosurg*. 2015. V. 25, N 4. P. 608–616. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.13788-14.1

11. Низамов Ф.Х. Функциональная характеристика внеорганных артерий головного мозга при детском церебральном параличе // Медицинская наука и образование Урала. 2019. Т. 20, № 3. С. 65–67.

## REFERENCES

1. Perkhov VI. The five-year dynamics of the main indices of functioning of neurosurgical service of the Russian Federation. *Problems of social hygiene, public health and history of medicine, Russian journal*. 2021;29(5):1186–1193. (In Russ). doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-5-1186-1193
2. Vinokourov AG, Krylov VV, Khutornoi NV, Dobrovolsky GF. Surgical anatomy of the cerebral arteries. In: Krylov VV, ed. *Surgery of brain aneurysms*. Moscow; 2011. Vol. 1. 432 p. (In Russ).
3. Pazhinskij LV, Gajvoronskij IV, Gajvoronskij AI, Bolja KV. Variantnaja anatomija arterij golovnogo mozga cheloveka. *Medicina. XXI vek*. 2007;(7):72–7. (In Russ).
4. Nikolenko VN, Fomkina OA, Gladilin JuA. *Anatomija vnutricherepnyh arterij vertebrobaziljarnoj sistemy*. Moscow: Pervyj Moskovskij gosudarstvennyj medicinskij universitet imeni I.M. Sechenova Ministerstva zdравooхранения Rossijskoj Federacii (Sechenovskij Universitet); 2014. 108 p. (In Russ).
5. Gladilin JuA, Nikolenko VN. *VARIANTNAYA ANATOMIJA VNUTRENEJ SONNOJ ARTERII, ARTERIAL'NOGO KRUGA BOL'SHOGO MOZGA I MOZGOVYH ARTERIJ*. Saratov: Saratovskij gosudarstvennyj medicinskij universitet imeni V.I. Razumovskogo; 2009. 241 p. (In Russ).
6. Fomkina OA. *Zakonomernosti individual'no-tipologicheskoi izmenchivosti morfometricheskikh i biomechanicheskikh parametrov arterij golovnogo mozga* [dissertation]. Saratov, 2017. Available from: <https://www.dissercat.com/content/zakonomernosti-individualno-tipologicheskoi-izmenchivosti-morfometricheskikh-i-biomekhaniche>
7. Trushel' NA, Nechipurenko NI, Sidorovich RR, et al. Features of the structure of cerebral vessels in persons who died from rupture of cerebral artery aneurysm. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2018;7(4):75–8. (In Russ).
8. Ardakani SK, Dadmehr M, Nejat F, et al. The cerebral arterial circle (circulus arteriosus cerebri): an anatomical study in fetus and infant samples. *Pediatr Neurosurg*. 2008;44(5):388–392. doi: 10.1159/000149906
9. Nyasa C, Mwakikunga A, Tembo LH, et al. Anatomical variations and morphometric properties of the circulus arteriosus cerebri in a cadaveric Malawian population. *Folia Morphol (Warsz)*. 2021;80(4):820–826. doi: 10.5603/FM.a2020.0142
10. Arat YO, Arat A, Aydin K. Angiographic Morphometry of internal carotid artery circulation in Turkish children. *Turk Neurosurg*. 2015;25(4):608–616. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.13788-14.1
11. Nizamov FCh. Morphofunctional features of extra brain arteries in anatomic variants of the cerebral arterial circle. *Medical Science and Education of Ural*. 2019;20(3):65–67. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\* **Фомкина Ольга Александровна**, д.м.н., доцент;  
адрес: Российская Федерация, 410012, Саратов, Б. Казачья, д. 112;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1516-0504>;  
eLibrary SPIN: 9668-0043;  
e-mail: oafomkina@mail.ru

**Гладилин Юрий Александрович**, д.м.н., доцент;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2623-561X>;  
eLibrary SPIN: 8879-0338;  
e-mail: oafomkina@mail.ru

**Николенько Владимир Николаевич**, д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>;  
eLibrary SPIN: 8257-9084;  
e-mail: nikolenko\_v\_n@staff.sechenov.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Olga A. Fomkina**, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;  
address: 112 Bolshaya Kazachia street, 410012 Saratov, Russian Federation;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1516-0504>;  
eLibrary SPIN: 9668-0043;  
e-mail: oafomkina@mail.ru

**Yury A. Gladilin**, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2623-561X>;  
eLibrary SPIN: 8879-0338;  
e-mail: oafomkina@mail.ru

**Vladimir N. Nikolenko** MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>;  
eLibrary SPIN: 8257-9084;  
e-mail: nikolenko\_v\_n@staff.sechenov.ru

\*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author