

УДК 611.134.9 – 053.8]:539.3(045)

## ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ И СОЧЕТАННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАКРО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ

Фомкина О.А.

ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России»,  
Саратов, e-mail: oafomkina@mail.ru

Цель – выявить особенности индивидуально-типологической и сочетанной изменчивости морфологических параметров стенки средней мозговой артерии (СМА) взрослых людей. Материал и методы. Материалом исследования послужили 230 образцов СМА, полученных при аутопсии 115 трупов людей в возрасте 21–84 лет. Под микроскопом измеряли наружный диаметр и толщину стенки; рассчитывали диаметр просвета артерии. Результаты. Изученные морфометрические параметры характеризуются значительной индивидуальной изменчивостью. Это позволило выделить 3 группы вариантов артерий по каждому из признаков: со средней величиной признака ( $M \pm \sigma$ ), с величиной признака меньше ( $< M - \sigma$ ) и больше средней ( $> M + \sigma$ ). Представлена сочетанная изменчивость параметров СМА. Заключение. Полученные данные позволяют упорядочить имеющиеся многочисленные сведения о размерных характеристиках артерий, что имеет значение для лучшего понимания исследуемой области нейроморфологии, а также могут быть полезными при моделировании кровотока и оптимизации экстра- и интрасосудистых вмешательств.

**Ключевые слова:** средняя мозговая артерии, изменчивость, наружный диаметр, толщина стенки, диаметр просвета

## INDIVIDUAL AND TYPOLOGICAL AND COMBINED VARIABILITY OF MAKRO-MIKROSKOPICHESKIH OF PROPERTIES OF THE AVERAGE BRAIN ARTERY

Fomkina O.A.

Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, e-mail: oafomkina@mail.ru

The purpose – to reveal features of individual and typological and combined variability of morphological parameters of a wall of the average brain artery (ABA) of adults. Material and methods. As material of research 230 samples of SMA received at autopsy of 115 corpses of aged people of 21–84 years served. Under a microscope measured the outer diameter and wall thickness; counted diameter of a gleam of an artery. Results. The studied morphometric parameters are characterized by considerable individual variability. It allowed 3 groups of options of arteries on each of signs are allocated: with the average size of a sign ( $M \pm \sigma$ ), with sign size it is less ( $< M - \sigma$ ) and more than average ( $>$  than  $M + \sigma$ ). The combined variability of the SMA parameters is presented. Conclusion. The obtained data will allow to order available numerous data on dimensional characteristics of arteries that matters for the best understanding of studied area of neuromorphology, and also can be useful when modeling a blood-groove and optimization of extra-and intrasosudisty interventions.

**Keywords:** average brain arteries, variability, outer diameter, wall thickness, diameter of a gleam

Для формирования целостного представления о строении органа недостаточно знать только его среднюю анатомическую норму. Для повышения качества диагностики сосудистых заболеваний, разработки новых и совершенствования существующих способов оперативных внутрисосудистых вмешательств важны сведения о возможных вариантах строения того или иного сосуда, индивидуальной и типовой изменчивости его размерных характеристик. Не являются исключением и артерии головного мозга, т.к. роль цереброваскулярной патологии в структуре заболеваний сердечно-сосудистой системы с каждым годом возрастает [2, 3, 9]. Вопросы билатеральной и возрастно-половой изменчивости артерий мозга представлены в современной литературе достаточно широко [1, 4, 10 и др.], а вот сведения о спектре индивидуальной и типовой изменчивости артерий единичные и разрозненные [5–8]. Сочетанная изменчивость морфологических характеристик средней мозговой артерии не освещена и вовсе. На-

стоящая работа является продолжением серии статей, посвященных морфологии церебральных артерий и призвана восполнить имеющийся пробел в описании индивидуальной и сочетанной изменчивости.

**Цель** – определить варианты средней мозговой артерии взрослых людей в зависимости от типологической и сочетанной изменчивости ее морфологических параметров.

### Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили образцы СМА, полученные при аутопсии 115 трупов людей в возрасте 21–84 лет, причина смерти которых не была связана с острой или хронической патологией сосудов головного мозга. На поперечных срезах артерий под микроскопом МБС-9 измеряли ее наружный диаметр и толщину стенки с точностью до 0,01 мм. Диаметр просвета рассчитывали как разность наружного диаметра и удвоенной толщины стенки.

Полученные данные обрабатывали вариационно-статистическим методом с использованием пакета прикладных программ «Statistica-6». Для проверки наличия нормального распределения использовали тест Колмогорова–Смирнова. Отклонение от нормального распределения считается существенным

при значении  $p < 0,05$ . В нашем исследовании значение  $p$  находилось в диапазоне от 0,426 до 0,672, то есть вероятность ошибки была незначимой; поэтому значения переменных достаточно хорошо подчинялись нормальному распределению. Для всех параметров определяли минимальное и максимальное значения (Min-Max), среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической (m), среднее квадратическое отклонение (s), коэффициент вариации (Cv). Значимость различий по группам рассчитывали с помощью критерия Стьюдента ( $t$ ) для независимых выборок. Различия средних арифметических величин считали значимыми при 99%-м ( $p < 0,01$ ) и 95%-м ( $p < 0,05$ ) порогах вероятности. При изучении индивидуальной изменчивости, как и большинство исследователей, занимающихся вопросами диапазона анатомической нормы, за среднюю величину признака мы принимали интервал варьирования  $M \pm \sigma$ .

**Результаты исследования и их обсуждение**

Средние величины морфометрических параметров СМА без учета пола, возраст

та субъекта и полушария большого мозга составили:

- 1) наружный диаметр  $2,95 \pm 0,03$  мм (Min-Max = 2,12–4,37 мм;  $s = 0,44$  мм; Cv = 14,9%);
- 2) толщина стенки –  $0,29 \pm 0,01$  мм (Min-Max = 0,17–0,55 мм;  $s = 0,07$  мм; Cv = 24,5%);
- 3) диаметр просвета –  $2,37 \pm 0,02$  мм (Min-Max = 1,44–3,46 мм;  $s = 0,38$  мм; Cv = 15,9%).

Полученные данные о средних величинах макромикроскопических характеристик СМА и особенности ее билатеральной изменчивости согласуются с результатами исследований других авторов [1, 4, 9].

Значительная изменчивость морфометрических параметров СМА позволила выделить группы вариантов их значений. Так как обнаружены статистически значимые половые различия толщины стенки артерии (табл. 1), варианты изменчивости по этому параметру были рассчитаны отдельно для мужчин и женщин (табл. 2).

**Таблица 1**

Величина морфометрических параметров СМА у мужчин и женщин

Параметры	Пол	n	Вариационно-статистические показатели			
			A	M ± m	s	Cv
Наружный диаметр (мм)	М	158	2,12–4,37	$3,00 \pm 0,04$	0,44	14,7
	Ж	72	2,12–4,31	$2,89 \pm 0,04$	0,44	15,1
Толщина стенки (мм)	М	158	0,17–0,55	$0,31 \pm 0,01$	0,08	25,1
	Ж	72	0,17–0,45	$0,27 \pm 0,01$	0,06*	21,7
Диаметр просвета	М	158	1,44–3,46	$2,39 \pm 0,03$	0,38	16,1
	Ж	72	1,55–3,41	$2,35 \pm 0,04$	0,37	15,8

Примечание. Значимость различий при сравнении величины параметров у мужчин и женщин: \*  $p < 005$ .

**Таблица 2**

Варианты изменчивости величины морфометрических характеристик СМА и их встречаемость

Параметр артерии, диапазон изменчивости и частота встречаемости	Группы вариантов изменчивости					
	Тонкие		Среднеширокие		Широкие	
Наружный диаметр (мм)	< 2,50		2,51-3,39		> 3,40	
Диапазон изменчивости	< 0,22 – у муж. < 0,20 – у жен.		0,23–0,39 – у муж. 0,21–0,33 – у жен.		> 0,40 – у муж. > 0,34 – у жен.	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	35	15,2	162	70,4	33	14,4
Толщина стенки (мм)	Тонкостенные		Средние по толщине		Толстостенные	
Диапазон изменчивости	С узким просветом		Со средним просветом		С широким просветом	
Диапазон изменчивости	< 1,98		1,99-2,75		> 2,76	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	26	11,3	167	72,6	37	16,1

Исходя из величины наружного диаметра, СМА были: тонкими – диаметр менее 2,50 мм; среднего диаметра (среднеширокие) – диаметр колебался в пределах от 2,51 до 3,39 мм и широкими – с диаметром более 3,40 мм. Субъекты с широкими СМА были в среднем в 1,9 раза старше людей с тонкими артериями – соответственно  $68,6 \pm 2,6$  года и  $36,5 \pm 2,2$  года ( $p = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Количественное соотношение мужчин и женщин в группе субъектов с тонкими артериями – 38,2 и 61,8%; в группе исследованных с широкими артериями обратное – 64,5 и 35,5%.

По толщине стенки СМА подразделились на: тонкостенные – толщина стенки менее 0,22 мм у мужчин и менее 0,20 мм у женщин; средние по толщине – с толщиной стенки от 0,23 до 0,39 мм у мужчин и от 0,21 до 0,33 мм у женщин; толстостенные – с толщиной стенки более 0,40 мм у мужчин и более 0,34 мм у женщин. Средний возраст субъектов с толстостенными СМА был в 1,8 раза больше, чем у людей с тонкостенными артериями – соответственно  $66,2 \pm 3,1$  и  $36,5 \pm 1,8$  года ( $p = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Количественное соотношение мужчин и женщин в группе субъектов с тонкостенными артериями – 47,4 и 52,6%; в группе исследованных с толстостенными артериями обратное – 51,5 и 48,5%.

В зависимости от величины диаметра просвета нами выделены СМА: с узким просветом – диаметр просвета менее 1,98 мм; со средним просветом – диаметр просвета варьировался от 1,99 до 2,75 мм,

и широким просветом – диаметр просвета превышал 2,76 мм. Субъекты с широким просветом СМА были в среднем в 1,8 раза старше людей с узким просветом артерии. Средний возраст составил соответственно  $68,8 \pm 2,4$  и  $38,4 \pm 3,2$  года ( $p = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Количественное соотношение мужчин и женщин в группах субъектов с узкопросветными СМА составил 53,8 и 46,2%; в группах субъектов с широким просветом артерий – 57,1 и 42,9%.

Сочетанная изменчивость морфометрических характеристик СМА нами представлена впервые. Отмечено, что среди тонких СМА одинаково часто встречаются артерии как с узким (51,4%), так и со средним просветом (48,6%). При этом тонкие СМА в 28,6% случаев имели тонкую, в 62,8% случаев – среднюю и в 8,6% случаев – толстую стенку.

Среднеширокие артерии в 91,3% случаев характеризовались средним по величине диаметром просвета; в 5,0% случаев такие СМА имели узкий, а в 3,7% широкий диаметр просвета. Среднеширокие артерии, как правило, обладали средней по величине толщиной стенки (82,7% наблюдений); тонко- и толстостенные СМА также встречались в этой группе – соответственно в 10,5 и 6,8% случаев.

Широкие СМА в 94,0% имели широкий и только в 6,0% случаев средний диаметр просвета. При этом в большинстве своем они являлись толстостенными (63,6% случаев) и в 36,4% имели среднюю по толщине стенку (табл. 3).

Таблица 3

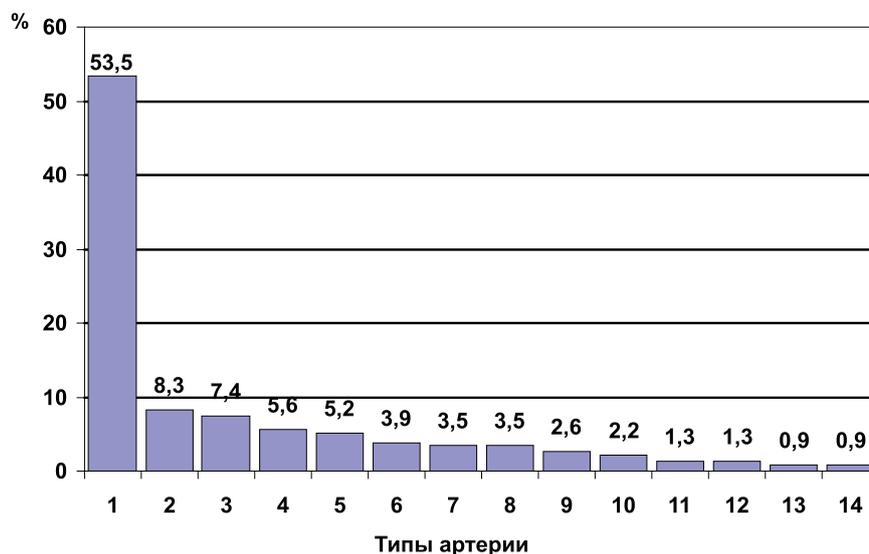
Сочетанная изменчивость морфометрических параметров СМА

Варианты артерий по наружному диаметру	Варианты артерий по толщине стенки	Варианты артерий по диаметру просвета					
		С узким просветом (n = 26)		Со средним просветом (n = 167)		С широким просветом (n = 37)	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Тонкие артерии (n = 35)	Тонкостенные	2	5,7	8	22,9	–	–
	Средней толщины	13	37,1	9	25,7	–	–
	Толстостенные	3	8,6	–	–	–	–
Среднеширокие артерии (n = 162)	Тонкостенные	–	–	17	10,5	–	–
	Средней толщины	5 <sup>1</sup>	3,1	123	75,9	6 <sup>2</sup>	3,7
	Толстостенные	3 <sup>3</sup>	1,9	8	4,9	–	–
Широкие артерии (n = 33)	Тонкостенные	–	–	–	–	–	–
	Средней толщины	–	–	–	–	12	36,4
	Толстостенные	–	–	2 <sup>4</sup>	6,0	19	57,6

Примечание: <sup>1</sup> – правая СМА – мужчины 31 года, левые СМА – мужчин 22 и 72 лет, правая и левая артерии – мужчины 23 лет; <sup>2</sup> – правые СМА – мужчин 44, 67 лет, женщины 75 лет и левые СМА – женщин 60, 76 и 86 лет; <sup>3</sup> – правая СМА – мужчины 24 лет, правая и левая артерии – мужчины 69 лет; <sup>4</sup> – левые СМА – мужчин 59 и 65 лет.

Сочетанная изменчивость морфометрических параметров СМА позволила выделить 14 ее типов. Наиболее часто встречались среднеширокие СМА со средней величиной толщины стенки и средним просветом. К редким типам (частота встреча-

емости менее 1%) отнесены тонкие СМА с тонкой стенкой и узким просветом; широкие СМА со средним наружным диаметром, толщиной стенки и широким просветом; широкие СМА с толстой стенкой и средним просветом (рисунок).



Частота встречаемости типов СМА, %:

1 – средние по НД, ТС и ДП; 2 – широкие с толстой стенкой и широким ДП; 3 – средние по НД, с тонкой стенкой и средним ДП; 4 – тонкие со средней ТС и узким ДП; 5 – широкие со средней ТС и широким ДП; 6 – тонкие со средней ТС и средним ДП; 7 – тонкие с тонкой стенкой и средним ДП; 8 – средние по НД, ДП с толстой стенкой; 9 – средние по НД, ТС с широким ДП; 10 – средние по НД, ТС с узким ДП; 11 – тонкие с толстой стенкой и узким ДП; 12 – средние по НД с толстой стенкой и узким ДП; 13 – тонкие с тонкой и средним ДП; 14 – широкие с толстой стенкой и средним ДП

### Заключение

Анализ изменчивости наружного и внутреннего диаметров и толщины стенки СМА позволил выделить по каждому из параметров 3 группы вариантов артерий: со средней величиной признака (II группа), с величиной признака меньше (I группа) и больше средней (III группа). СМА, относящиеся к крайним группам изменчивости, как правило, наблюдаются у мужчин. Исключением являются широкие – и тонкостенные СМА, которые выявляются у женщин соответственно в 61,8 и в 52,6% случаев. Возраст субъектов со СМА, относящихся по величине наружного диаметра, толщины стенки и диаметра просвета к III вариантной группе, статистически достоверно в 1,8–1,9 раза больше, чем у людей со СМА, относящихся к I вариантной группе артерий. Таким образом, нами предложен подход к систематизации анатомических данных о средней мозговой артерии. Полученные данные позволят упорядочить имеющиеся многочисленные сведения о размерных характеристиках артерий, что

имеет значение для лучшего понимания исследуемой области нейроморфологии и может быть полезно при моделировании кровотока и оптимизации экстра- и интра-сосудистых вмешательств.

### Список литературы

1. Гладилин Ю.А., Николенко В.Н. Вариантная анатомия внутренней сонной артерии, артериального круга большого мозга и мозговых артерий – Саратов: Изд-во Саратовского медицинского университета, 2009. – 241 с.
2. Ишемический инсульт / В.И. Скворцова, Л.В. Губский, Л.В. Стаховская и др. // Неврология: Национальное руководство / под ред. Е.И. Гусева, А.И. Коновалова, В.И. Скворцовой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 592–615.
3. Кадьков А.С. Шахпаронова Н.В. Сосудистые заболевания головного мозга: справочник. – М.: Миклош, 2010. – 191с.
4. Кованов В.В., Аникина Т.И. Хирургическая анатомия артерий человека. – М.: Медицина, 1974. – 359 с.
5. Николенко В.Н., Фомкина О.А. Индивидуально-типологическая и сочетанная изменчивость макро-микроскопических и биомеханических свойств внутричерепной части позвоночной артерии // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 8, – № 4. – С. 894–899.
6. Фомкина О.А. Морфологические варианты базиллярной артерии / «Wschodniej praterstvo – 2013»: Materiały IX Międzynarodowej naukowoj praktycznej konferencji.

5–7 Września 2013 roku. Volume 24. Medycyna. Przemysl, Poland // «Nauka i studia». – P. 52–55.

7. Фомкина О.А., Николенко В.Н. Варианты передней мозговой артерии в свете индивидуально-типологической и сочетанной изменчивости ее морфологических и биомеханических характеристик // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 9, № 1. – С. 28–33.

8. Фомкина О.А., Николенко В.Н. Индивидуальная изменчивость морфологических и биомеханических характеристик задней мозговой артерии взрослых людей // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2012. – № 2. – С. 21–26.

9. Хирургия аневризм головного мозга / под ред. В.В. Крылова. В 3-х томах. Т.1. – М., 2011. – 432 с.

10. Alnaes M.S. Finite element simulations of blood flow in the circle of Willis: master thesis. Oslo, 2006. – 86 p.

### References

1. Gladilin Yu.A., Nikolenko V.N. Variantnaya anatomiya vnutrennei sonnoi arterii, arterial'nogo kruga bol'shogo mozga i mozgovyh arterii. Saratov: Izd-vo Saratovskogo medicinskogo universiteta, 2009. 241 p.

2. Ishemicheskii insul't / V.I. Skvorcova, L.V. Gubskii, L.V. Stahovskaya i dr. // Nevrologiya: Nacional'noe rukovodstvo / Pod red. E.I. Guseva, A.I. Konovalova, V.I. Skvorcovoi. M.: GEOTAR-Media, 2009. pp. 592–615.

3. Kadykov A.S. Shahparonova N.V. Sosudistye zabolovaniya golovnogogo mozga: spravochnik. M.: Miklosh, 2010. 191 p.

4. Kovanov V.V., Anikina T.I. Hirurgicheskaya anatomiya arterii cheloveka. M.: Medicina, 1974. 359 p.

5. Nikolenko V.N., Fomkina O.A. Individual'no-tipologicheskaya i sochetannaya izmenchivost' makro-mikroskopich-

eskikh i biomechanicheskikh svoystv vnutricherepnoi chasti pozvonochnoi arterii // Saratovskii nauchno-medicinskii zhurnal. 2012. T. 8, no. 4. pp. 894–899.

6. Fomkina O.A. Morfologicheskie varianty bazilyarnoi arterii / «Wschodniej praterstvo 2013»: Materialy IX Miedzynarodowej naukowoj praktycznej konferencji. 5–7 Wrzesnia 2013 roku. Volume 24. Medycyna. Przemysl, Poland // «Nauka i studia». pp. 52–55.

7. Fomkina O.A., Nikolenko V.N. Varianty perednei mozgovoї arterii v svete individual'no-tipologicheskoi i sochetannoi izmenchivosti ee morfologicheskikh i biomechanicheskikh harakteristik // Saratovskii nauchno-medicinskii zhurnal. 2013. T. 9, no. 1. pp. 28–33.

8. Fomkina O.A., Nikolenko V.N. Individual'naya izmenchivost' morfologicheskikh i biomechanicheskikh harakteristik zadnei mozgovoї arterii vzroslyh lyudei // Kurskii nauchno-prakticheskii vestnik «Chelovek i ego zdorov'e». 2012. no. 2. pp. 21–26.

9. Hirurgiya anevrizm golovnogogo mozga / Pod red. V.V. Krylova. V 3-h tomah. T.I. M., 2011. 432 p.

10. Alnaes M.S. Finite elements simulations of blood flow in the circle of Willis: master thesis. Oslo, 2006. 86 p.

### Рецензенты:

Калмин О.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии человека, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» Минобрнауки РФ, г. Пенза;

Музурова Л.В., д.м.н., профессор кафедры анатомии человека, ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава, г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 27.11.2013.