

с данными О. В. Мареева (2005) и Л. В. Шуваловой (2002), определившими выраженную зависимость между широтными размерами черепа и параметрами пирамид [8, 9].

Заключение. Таким образом, углы наклона передней и задней стенки и угол схождения пирамид имеют различную направленность и силу связи с линейными и угловыми параметрами мозгового черепа: у флексибазиллярного краниотипа тесная обратная связь угла наклона передней стенки пирамид и длины основания черепа, угла схождения пирамид и длины заднего отдела основания черепа, длины основания черепа; у медиобазиллярного краниотипа — разнонаправленная зависимость изученных параметров преимущественно умеренной и слабой степени; у платибазиллярного — тесная прямая корреляция угла схождения пирамид и длины заднего отдела основания черепа. Остальные размеры пирамид височной кости подвержены большей вариабельности, что можно объяснить сложными, разнонаправленными факторами формообразования структур внутреннего основания черепа.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках научного направления НИР кафедры анатомии человека СарГМУ «Изучение конструкционной изменчивости и биомеханических свойств скелетной, кровеносной систем, органов чувств. Медицинская антропология». Номер государственной регистрации 0203042330329.

Библиографический список

1. Гвоздев П. Б. Стереотаксический метод в хирургическом лечении образований головного мозга глубокой локализации // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. 2005. № 1. С. 17–20.
2. Козаченко А. В. Метод определения стереотаксических координат мишеней головного мозга человека по данным рентгеновской компьютерной томографии (эксперим. исследование): дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2007. 26 с.
3. Endoscopic rhino-neurosurgical approach for non-adenomatous sellar and skull base lesions / S. Kurschel [et al] // Rhinology. 2011. Vol. 49, № 1. P. 64–73.

4. Frank G., Pasquini E. Tuberculum sellae meningioma: the extended transsphenoidal approach-for the virtuoso only? // World Neurosurg. 2010. Vol. 73, № 6. P. 625–631.

5. Доронина Г. А., Гайворонский А. И., Щербук А. Ю. Кра-ниоскопическая характеристика внутреннего основания че-репа взрослого человека. СПб., 2003. С. 149–152.

6. Алешкина О. Ю. Крайние типы формы основания че-репа человека // Морфологические ведомости. 2003. № 1–2. С. 8–9.

7. Бунак В. В. Антропометрия. М.: Учпедгиз., 1941. 364 с.

8. Мареев О. В., Николенько В. Н., Шувалова Л. В. Стереото-метрия пирамиды височной кости // Макро- и микромор-фология: межвуз. сб. науч. тр. 2005. Вып. 5. С. 36–39.

9. Шувалова Л. В. Стереотометрия пирамиды височной кости в зависимости от формы основания черепа (анатомо-клиническое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Оренбург., 2002. 32 с.

Translit

1. Gvozdev P. B. Stereotaksicheskij metod v hirurghicheskom lechenii obrazovaniy golovnogo mozga glubinnoj lokalizacii // Voprosy nejrohirurgii im. N. N. Burdenko. 2005. № 1. S. 17–20.

2. Kozachenko A. V. Metod opredeleniya stereotaksicheskikh koordinat mishenej golovnogo mozga cheloveka po dannym rentgenovskoj komp'yuternoj tomografii (jeksperim. issledovanie): dis. ... kand. med. nauk. SPb., 2007. 26 s.

3. Endoscopic rhino-neurosurgical approach for non-adenomatous sellar and skull base lesions / S. Kurschel [et al] // Rhinology. 2011. Vol. 49, № 1. P. 64–73.

4. Frank G., Pasquini E. Tuberculum sellae meningioma: the extended transsphenoidal approach-for the virtuoso only? // World Neurosurg. 2010. Vol. 73, № 6. P. 625–631.

5. Doronina G. A., Gajvoronskij A. I., Werbuk A. Ju. Kranio skopicheskaja harakteristika vnutrennego osnovanija cherepa vzroslogo cheloveka. SPb., 2003. S. 149–152.

6. Aleshkina O. Ju. Krajnie tipy formy osnovanija cherepa cheloveka // Morfologicheskie vedomosti. 2003. № 1–2. S. 8–9.

7. Bunak V. V. Antropometrija. M.: Uchpedgiz., 1941. 364 s.

8. Mareev O. V., Nikolenko V. N., Shuvalova L. V. Stereotop ometrija piramidy visochnoj kosti // Makro- i mikromorfologija: mezhvuz. sb. nauch. tr. 2005. Vyp. 5. S. 36–39.

9. Shuvalova L. V. Stereotopometrija piramidy visochnoj kosti v zavisimosti ot formy osnovanija cherepa (anatomo-klinicheskoe issledovanie): avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Orenburg., 2002. 32 s.

УДК 611.134.9–053.8]:539.3 (045)

Оригинальная статья

ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ И СОЧЕТАННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАКРО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ И БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВНУТРИЧЕРЕПНОЙ ЧАСТИ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ

В. Н. Николенько — ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России, проректор по научной и инновационной деятельности, профессор кафедры анатомии человека, директор НИИ молекулярной медицины, профессор, доктор медицинских наук; **О. А. Фомкина** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, ассистент кафедры анатомии человека, кандидат медицинских наук.

INDIVIDUAL TYPOLOGICAL VARIABILITY OF MACRO-MICROSCOPICAL AND BIOMECHANICAL PROPERTIES OF INTRACRANIAL PART OF VERTEBRAL ARTERY

V. N. Nikolenko — I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Pro-rector of Scientific and Innovative Activity, Director of Scientific Research Institute of Molecular Medicine, Head of Human Anatomy Department, Professor, Doctor of Medical Science; Professor, Doctor of Medical Science; **O. A. Fomkina** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Assistant, Candidate of Medical Science.

Дата поступления — 30.08.2012 г.

Дата принятия в печать — 30.11.2012 г.

Николенько 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.

Цель — выявить особенности индивидуально-типологической и сочетанной изменчивости макромикроскопических и биомеханических свойств стенки внутричерепной части позвоночной артерии (ВЧПА) взрослых людей. **Материал и методы.** Материалом исследования послужили 228 образцов ВЧПА, полученные при аутопсии 115 трупов людей в возрасте 21–84 лет. Измеряли наружный диаметр, толщину стенки, диаметр просвета артерии. Биомеханические свойства ВЧПА изучали при одноосном растяжении на разрывной машине Tira Test 28005 с нагрузочной ячейкой 100 Н не позднее 16–18 ч после наступления смерти и не позднее 2 ч после

проведения аутопсии. Определяли общую прочность (Н), предел прочности (Н/мм²), модуль Юнга (Н/мм²), абсолютную (мм) и относительную деформации (%) образцов артерий. *Результаты.* По каждому из изученных параметров выделены 3 группы вариантов артерий: со средней величиной признака (M±y), с величиной признака меньше (<M-y) и больше средней (>M+y). Представлена сочетанная изменчивость морфобиомеханических характеристик ВЧПА. *Заключение.* Полученные данные о функциональной анатомии кровеносного русла мозга могут быть полезными при моделировании кровотока и оптимизации экстра- и интрасосудистых вмешательств.

Ключевые слова: внутричерепная часть позвоночной артерии, прочность, деформация, изменчивость.

Nikolenko V.N., Fomkina O.A. Individual typological variability of macro-microscopical and biomechanical properties of intracranial part of vertebral artery // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2012. Vol. 8, № 4. P. 894–899.

The purpose of the study is to reveal the features of individual typological variability of macro-microscopical and biomechanical properties of the wall of intracranial part of vertebral arteries (IPVA) in adult people. Materials and methods: The research material of 228 samples of IPVA has been received by autopsy of 115 corpses of people aged 21–84 years. External diameter, thickness of the wall, diameter of lumen of artery have been measured. Biomechanical properties of IPVA have been studied by explosive car Tira Test 28005 with a loading cell of 100 H. General strength (H), breaking point (H/mm²), Young's modulus (H/mm²), absolute (mm) and relative deformation (%) of samples of arteries have been defined. *Results:* 3 groups of variants of arteries have been isolated: with average size of a sign (M±y), less than the average size (<M — y) and more than the average size (>M+ y). *The conclusion:* The obtained data about functional anatomy of vascular bed of brain may be useful in blood flow modeling and optimization of extra — and intravascular interventions.

Key words: intracranial part of vertebral arteries, strength, deformation, variability.

Введение. На определенных стадиях некоторых форм цереброваскулярной патологии все чаще используются хирургические методы лечения [1–3]. В связи с этим возросла практическая значимость детализации сведений как о типичном строении (средней анатомической норме), так и обо всем спектре индивидуальной, типовой и сочетанной изменчивости церебральных сосудов [4–6]. Если вопросы развития, возрастно-половой и билатеральной изменчивости представлены в современной литературе достаточно широко [7–13], то результаты комплексных исследований индивидуально-типовой изменчивости морфологических характеристик и биомеханических свойств артерий мозга (прочности, упругости, жесткости, эластичности) явно недостаточно.

Цель исследования: выявить особенности индивидуально-типологической и сочетанной изменчивости макромикроскопических и биомеханических свойств стенки внутричерепной части позвоночной артерии (ВЧПА) взрослых людей.

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

Забор материала для изучения биомеханических свойств артерий производили не позднее 16–18 ч после наступления смерти и не позднее 2 ч после проведения аутопсии. Установлено, что механические свойства биологических тканей в течение одних суток после смерти меняются незначительно [14]. Эксперименты проводила на разрывной машине Tira Test 28005 с нагрузочной ячейкой 100 Н при одноосном растяжении. Скорость нагружения составляла 10 мм/мин.

По принятой в биомеханике методике [14–16] определяли общую прочность (Н), предел прочности (Н/мм²), модуль Юнга (Н/мм²), абсолютную (мм) и относительную деформации (%) сегментов артерий при деформировании их в продольном направлении.

Полученные данные обрабатывали вариационно-статистическим методом с использованием пакета

прикладных программ Statistica-6. Для всех параметров определяли минимальное и максимальное значения, среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической (m), среднее квадратическое отклонение (s), коэффициент вариации (Cv). Для оценки достоверности различий между рядами вариант использовали параметрические (критерий Стьюдента) и непараметрические (критерии серии Вальда-Вольфовица) статистические критерии достоверности. При этом различия считали достоверными при 95%-м пороге вероятности (p<0,05).

При изучении индивидуальной изменчивости, как и большинство исследователей, занимающихся вопросами диапазона анатомической нормы, за среднюю величину признака принимали диапазон варьирования M±s. Установлено, что изученные морфо-биомеханические параметры не имеют достоверных половых и билатеральных различий [9], поэтому группы изменчивости были выделены в общей выборке без учета пола и стороны артериального круга.

Результаты. Средняя величина наружного диаметра ВЧПА (228 образцов) без учета пола, возраста субъекта и стороны артериального круга составляет 2,91±0,05 мм (A=1,37–5,12 мм; s=0,69 мм; Cv=23,6%), толщина стенки 0,28±0,01 мм (A=0,15–0,50 мм; s=0,08 мм; Cv=24,7%), диаметр просвета 2,35±0,04 мм (A=0,97–4,27 мм; s=0,60 мм; Cv=25,6%). Средние величины биомеханических параметров ВЧПА (200 образцов) при ее продольной тракции: общая прочность 5,35±0,11 Н (A=2,60–10,50 Н; s=1,36 Н; Cv=25,3%); предел прочности 1,87±0,05 Н/мм² (A=0,79–4,32 Н/мм²; s=0,66 Н/мм²; Cv=35,2%); абсолютное удлинение 4,26±0,06 мм (A=2,00–7,40 мм; s=0,89 мм; Cv=20,9%); относительное удлинение 45,39±0,94 % (A=18,82–105,00%; s=13,24%; Cv=29,2%); модуль Юнга 4,37±0,13 Н/мм² (A=1,32–11,06 Н/мм²; s=1,79 Н/мм²; Cv=41,0%).

Значительная изменчивость морфобиомеханических параметров ВЧПА позволила выделить группы вариантов их значений (табл. 1). В зависимости от величины наружного диаметра ВЧПА бывают: тонкими — диаметр менее 2,21 мм; среднего диаметра (среднеширокие) — диаметр колеблется в пределах от 2,22 до 3,60 мм и широкими — с диаметром более 3,61 мм. Субъекты с широкими ВЧПА в среднем в 1,3 раза старше, чем с тонкими, соответственно 66,4±2,6 года и 49,4±3,1 года (p<0,01). Количественное соотношение мужчин и женщин в группе субъек-

Ответственный автор — Фомкина Ольга Александровна.
Адрес: 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, 112.
Тел.: (8452) 66-97-65.
E-mail: oafomkina@mail.ru

Таблица 1

Варианты изменчивости величины морфометрических характеристик ВЧПА и их встречаемость

Параметр артерии, диапазон изменчивости и частота встречаемости	Группы вариантов изменчивости					
	Тонкие		Среднеширокие		Широкие	
Наружный диаметр, мм	<2,21		2,22–3,60		>3,61	
Диапазон изменчивости	<2,21		2,22–3,60		>3,61	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	28	12,3	166	72,8	34	14,9
Толщина стенки, мм	Тонкостенные		Средние по толщине		Толстостенные	
Диапазон изменчивости	<0,19		0,20–0,36		>0,37	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	10	4,4	186	81,6	32	14,0
Диаметр просвета, мм	С узким просветом		Со средним просветом		С широким просветом	
Диапазон изменчивости	<1,74		1,75–2,95		>2,96	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	28	12,3	165	72,4	35	15,3

Таблица 2

Сочетанная изменчивость морфометрических параметров ВЧПА

Варианты артерий по наружному диаметру	Варианты артерий по толщине стенки	Варианты артерий по диаметру просвета					
		Узкопросветные		Средние		Широкопросветные	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
ТОНКИЕ АРТЕРИИ (n=28)	Тонкостенные	3	10,7	-	-	-	-
	Средней толщины	22	78,6	1*	3,6	-	-
	Толстостенные	2	7,1	-	-	-	-
СРЕДНЕШИРОКИЕ АРТЕРИИ (n=166)	Тонкостенные	-	-	7	4,2	-	-
	Средней толщины	1**	0,6	143	86,2	-	-
	Толстостенные	-	-	15	9,0	-	-
ШИРОКИЕ АРТЕРИИ (n=34)	Тонкостенные	-	-	-	-	-	-
	Средней толщины	-	-	-	-	19	55,9
	Толстостенные	-	-	-	-	15	44,1

Примечание: * — правая ПА мужчины 33 лет; ** — правая ПА мужчины 67 лет.

тов с тонкими ВЧПА 75,0 и 25,0%; в группе субъектов с широкими ВЧПА 62,0 и 38,0%.

По величине толщины стенки ВЧПА подразделяются: на тонкостенные — толщина стенки менее 0,19 мм, средние по толщине — толщина стенки от 0,20 до 0,36 мм и толстостенные — с толщиной стенки более 0,37 мм. Средний возраст субъектов с толстостенными ВЧПА был в 2 раза больше, чем у людей с тонкостенными артериями, соответственно $66,9 \pm 2,5$ и $33,0 \pm 2,9$ года ($p < 0,01$).

Количественное соотношение мужчин и женщин в группах вариантов с тонко- и толстостенными артериями примерно одинаковое: 40,0% составляют мужчины и 60,0% женщины.

С учетом величины диаметра просвета выделены ВЧПА: с узким просветом — диаметр просвета менее 1,74 мм, со средним просветом — диаметр просвета варьирует от 1,75 до 2,95 мм, и широким просветом — диаметр превышает 2,96 мм. Субъекты с широким просветом ВЧПА были в среднем в 1,3 раза старше людей с узким просветом ВЧПА, соответственно

$66,1 \pm 2,6$ года и $50,6 \pm 3,1$ года ($p < 0,01$). Количественное соотношение мужчин и женщин в группе субъектов с узким просветом ВЧПА 75,0 и 25,0%; в группе субъектов с широким просветом ВЧПА 63,0 и 37,0%.

Отмечено, что примерно 96,4% всех тонких ВЧПА имеют узкий просвет, а оставшиеся 3,6% средний по величине просвет. При этом тонкие ВЧПА в 10,7% случаев имеют и тонкую стенку; в 7,1% толстую; в 82,2% случаев среднюю величину толщины стенки.

Среднеширокие артерии в 99,4% случаев характеризуются средним по величине диаметром просвета. Только в 0,6% случаев такие ВЧПА имели узкий диаметр просвета. Среднеширокие артерии, как правило, обладают средней по величине толщиной стенки (86,8% наблюдений); тонко- и толстостенные ВЧПА также встречаются в этой группе, соответственно в 4,2 и 9,0% случаев.

Широкие ВЧПА всегда имели широкий диаметр просвета. При этом в 44,1% случаев они были толстостенными, а в 55,9% имели среднюю по толщине стенку (табл. 2).

Таблица 3

Варианты изменчивости величины биомеханических параметров ВЧПА и их встречаемость

Параметр артерии, диапазон изменчивости и частота встречаемости	ГРУППЫ ВАРИАНТОВ ИЗМЕНЧИВОСТИ					
	Малый		Средний		Большой	
Предел прочности	<1,20		1,21–2,53		>2,54	
Диапазон изменчивости	<1,20		1,21–2,53		>2,54	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	28	14,0	147	73,5	25	12,5
Общая прочность	Слабая		Средняя		Высокая	
Диапазон изменчивости	<3,98		3,99–6,71		>6,72	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	25	12,5	156	78,0	19	9,5
Относительное удлинение	Малорастяжимые		Среднерастяжимые		Сильнорастяжимые	
Диапазон изменчивости	<32,14		32,15–58,63		>58,64	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	21	10,5	152	76,0	27	13,5
Модуль Юнга	Высокоэластичные		Среднеэластичные		Низкоэластичные	
Диапазон изменчивости	<2,57		2,58–6,16		>6,17	
Частота встречаемости	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	29	14,5	142	71,0	29	14,5

Исследование биомеханических свойств стенки ВЧПА показало, что по величине предела прочности стенки можно выделить 3 группы ВЧПА (табл. 3). Артерии с величиной предела прочности стенки менее 1,20 Н/мм² были отнесены к артериям с малым пределом прочности стенки. Такие артерии были у 61,0% мужчин и 40,0% женщин. У артерий со средним пределом прочности его величина находилась в диапазоне от 1,21 до 2,53 Н/мм². Артерии с пределом прочности стенки более 2,54 Н/мм² были отнесены в группу артерий с большим пределом прочности стенки. Они наблюдались в 84,0% случаев у мужчин и в 16,0% случаев у женщин.

В зависимости от величины общей прочности ВЧПА выделены 3 группы артерий: 1-я — слабой прочности — общая прочность менее 3,98 Н; 2-я — средней прочности — общая прочность колеблется в пределах от 3,99 до 6,71 Н; 3-я — высокой прочности — общая прочность более 6,72 Н. Соотношение мужчин и женщин, имеющих слабую и высокую прочность стенки артерий, примерно одинаковое и составляет 73,0 и 27,0%. Субъекты со слабой общей прочностью стенки примерно в 1,3 раза старше обладателей артерий с высокой прочностью стенки, соответственно 58,8 ± 3,0 года и 48,3 ± 2,5 года (p < 0,01).

В 76,0% ВЧПА со слабой общей прочностью стенки имеют средний по величине предел прочности; 20,0% артерий — малый, а оставшиеся 4,0% — большой. Важно отметить, что ВЧПА со слабой прочностью стенки в 12,0% случаев являются тонкостенными; в 8,0% толстостенными; в 80,0% случаев имеют среднюю толщину стенки.

Артерии со средней общей прочностью стенки в 73,7% случаев характеризуются средним по величине пределом прочности стенки; в 14,7% случаев малым; а в 11,5% большим. Среднепрочные артерии чаще всего обладают средней по величине толщиной стенки (66,6% наблюдений); тонко- и толстостенные

ВЧПА в этой группе встречаются соответственно в 6,4 и 26,9% случаев.

ВЧПА с высокой общей прочностью стенки в 68,5% случаев имеют средний или в 2 раза реже (31,5%) — большой предел прочности. Такие артерии в 21,1% случаев являются тонко- или толстостенными, а в 57,9% случаев имеют среднюю толщину стенки (табл. 4).

В зависимости от способности сосудистой стенки к растяжению ВЧПА бывают: малорастяжимыми (относительное удлинение менее 32,14%), среднерастяжимыми (относительное удлинение колеблется в пределах от 32,15 до 58,63%) и сильнорастяжимыми (относительное удлинение составляет более 58,63%). Субъекты с малорастяжимыми ВЧПА в среднем были в 1,2 раза старше людей с сильнорастяжимыми стенками артерий (соответственно 59,7 ± 3,2 и 49,9 ± 2,4 года, p < 0,05). Соотношение мужчин и женщин, имеющих малорастяжимые ВЧПА, составило 52,0 и 48,0%; сильнорастяжимые ВЧПА — 63,0 и 37,0% (соответственно).

По сопротивляемости растягивающей деформации ВЧПА подразделяются на 3 группы. ВЧПА, модуль Юнга которых менее 2,57 Н/мм², были отнесены к артериям с высокой эластичностью стенки. У среднеэластичных артерий модуль упругости колеблется в пределах от 2,58 до 6,16 Н/мм². ВЧПА, модуль Юнга которых более 6,17 Н/мм², были отнесены к артериям с низкой эластичностью стенки. Средний возраст людей с ВЧПА, относящихся к крайним группам изменчивости, существенно не различается: 56,6 ± 3,0 и 50,1 ± 2,2 года (p > 0,05) соответственно для артерий с высокой и низкой эластичностью стенки. Соотношение мужчин и женщин с указанными характеристиками ВЧПА: 71,0% составляют мужчины и 30,0% женщины.

Обсуждение. Полученные данные о средних величинах макро- и микроскопических характеристик

Сочетанная изменчивость морфобиомеханических параметров ВЧПА

Варианты артерий по общей прочности стенки	Варианты артерий по толщине стенки	Варианты артерий по величине предела прочности стенки					
		С малым пределом прочности		Со средним пределом прочности		С большим пределом прочности	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
АРТЕРИИ СО СЛАБОЙ ПРОЧНОСТЬЮ (n=25)	Тонкостенные	-	-	2	8	1	4
	Средние	3	12	17	68	-	-
	Толстостенные	2	8	-	-	-	-
АРТЕРИИ СО СРЕДНЕЙ ПРОЧНОСТЬЮ (n=156)	Тонкостенные	-	-	5	3,2	5	3,2
	Средние	3	1,9	88	56,4	13	8,3
	Толстостенные	20	12,8	22	14,1	-	-
АРТЕРИИ С ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ (n=19)	Тонкостенные	-	-	1	5,3	3	15,8
	Средние	-	-	8	42,1	3	15,8
	Толстостенные	-	-	4	21,1	-	-

ВЧПА согласуются с результатами исследований других авторов [7, 8, 12]. Сведения, посвященные индивидуально-типологической изменчивости морфометрических параметров артерий мозга, в литературе единичные [7, 13]. Индивидуально-типологическая изменчивость биомеханических параметров, а также сочетанная изменчивость морфобиомеханических характеристик ВЧПА нами представлена впервые.

Анализ изменчивости морфологических (наружный и внутренний диаметры, толщина стенки) и биомеханических (общая прочность, предел прочности, относительное удлинение, модуль Юнга) характеристик ВЧПА 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). ВЧПА, относящиеся к крайним группам изменчивости, как правило, наблюдаются у мужчин. Исключением являются тонко- и толстостенные ВЧПА, которые в 60% случаев выявляются у женщин. Возраст субъектов, ВЧПА которых по величине наружного диаметра, толщины стенки и диаметра просвета относятся к III вариантной группе, статистически достоверно в 1,3–2 раза больше, чем у людей с ВЧПА, относящимися к I вариантной группе артерий. Малорастяжимые и ВЧПА со слабой прочностью стенки встречаются у мужчин и женщин, чей возраст в 1,2–1,3 раза больше, чем у субъектов с сильно растяжимыми артериями и ВЧПА с высокой прочностью стенки.

Заключение. Таким образом, нами предложен подход к систематизации анатомических данных об артериях головного мозга на примере ВЧПА. База данных включает индивидуально-типологическую (M±s) и сочетанную изменчивость морфобиомеханических характеристик.

Полученные данные о функциональной анатомии кровеносного русла мозга могут быть полезными при моделировании кровотока и оптимизации экстра- и интрасудистых вмешательств.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках научного направления НИР кафедры анатомии человека СарГМУ «Изучение конструкционной изменчивости и биомеханических свойств скелетной, кровеносной систем, органов чувств. Медицинская антропология». Номер государственной регистрации 0203042330329.

Библиографический список

1. Кремнева Е. И., Коновалов Р. Н., Кротенкова М. В. Функциональная магнитно-резонансная томография // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2011. Т. 5, № 1. С. 30–39.
2. Терновой С. К., Абдураимов А. Б., Кучук П. В. III Всероссийский национальный конгресс лучевых диагностов и терапевтов // *Медицинская визуализация*. 2009. № 3. С. 137–140.
3. Alnaes M. S. Finite element simulations of blood flow in the circle of Willis: master thesis. Oslo, 2006. 86 p.
4. Николаев В. Г., Кобежигов А. И., Кобилева Н. Г. Использование антропологического подхода в клинической медицине // *Актуальные проблемы морфологии: сб. науч. трудов*. Красноярск: Изд-во КрасГМА, 2008. С. 93–95.
5. Николенко В. Н., Старостина С. В., Мареев О. В. Конституция субъекта в аспекте индивидуализации технологии стереотаксических операций при хронических стенозах гортани (аналитический обзор) // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2010. Т. 6, № 1. С. 32–36.
6. Lambert H., McKevitt Ch. Anthropology in health research: from qualitative methods to multidisciplinary // *British Medical Journal*. 2002. № 325. P. 210–222.
7. Гладили Ю. А., Николенко В. Н. Вариантная анатомия внутренней сонной артерии, артериального круга большого мозга и мозговых артерий. Саратов: Изд-во Сарат. мед. ун-та, 2009. 241 с.
8. Кованов В. В., Аникина Т. И. Хирургическая анатомия артерий человека. М.: Медицина, 1974. 359 с.
9. Фомкина О. А. Морфобиомеханические параметры внутричерепной части позвоночной артерии в возрастном аспекте // *Известия высших учебных заведений: Поволжский регион. Сер.: Медицинские науки*. 2011. № 3 (19). С. 42–48.
10. Фомкина О. А. Морфология внутричерепных частей позвоночных, базилярной, мозжечковых и задних мозговых артерий у взрослых людей различного пола и возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2006. 31 с.
11. Крылов В. В., Ткачев В. В., Добровольский Г. Ф. Микрохирургия аневризм виллизиева многоугольника. М.: Антисдор, 2004. 160 с.
12. Горбунов А. В., Молдавская А. А. Морфогенез и варианты развития артерий головного мозга человека. М.: Астрахань; Тамбов: Изд-во ООО «Центр-Пресс», 2008. 216 с.
13. 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.
14. Пурина Б. А., Касьянов В. А. Биомеханика крупных кровеносных сосудов человека. Рига: Зинатне, 1980. 260 с.
15. Годлевская М. А. Изменения механических свойств мозговых артериальных сосудов с возрастом // *Биомеханика: труды Рижского науч.-исслед. ин-та травматологии и ортопедии*. Рига, 1975. Вып. XIII. С. 137–141.

16. Круглый М.М., Ярцев Ю.А. Аорта (морфофизиологическое и клинко-экспериментальные исследования). Саратов, 1981. 128 с.

Translit

1. Kremneva E.I., Kononov R.N., Krotenkova M.V. Funkcional'naja magnitno-rezonansnaja tomografija // Annaly klinicheskoy i jeksperimental'noj nevrologii. 2011. T. 5, № 1. S. 30–39.
2. Ternovoj S. K., Abduraimov A.B., Kuchuk P.V. III Vserossijskij nacional'nyj kongress luchevyh diagnostov i terapevtov // Medicinskaja vizualizacija. 2009. № 3. S. 137–140.
3. Alnaes M. S. Finite element simulations of blood flow in the circle of Willis: master thesis. Oslo, 2006. 86 p.
4. Nikolaev V.G., Kobezhikov A.I., Kobileva N.G. Ispol'zovanie antropologicheskogo podhoda v klinicheskoy medicine // Aktual'nye problemy morfologii: sb. nauch. trudov. Krasnojarsk: Izd-vo KrasGMA, 2008. S. 93–95.
5. Nikolenko V.N., Starostina S. V., Mareev O. V. Konstitucija sub#ekta v aspekte individualizacii tehnologii stereotaksicheskijh operacij pri hronicheskijh stenozah gortani (analiticheskij obzor) // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. 2010. T. 6., № 1. S. 32–36.
6. Lambert H., McKevitt Ch. Anthropology in health research: from qualitative methods to multidisciplinary // British Medical Journal. 2002. № 325. P. 210–222.
7. Gladilin Ju.A., Nikolenko V.N. Variantnaja anatomija vnutrennej sonnoj arterii, arterial'nogo kruga bol'shogo mozga i mozgovyh arterij. Saratov: Izd-vo Sarat. med. un-ta, 2009. 241 s.
8. Kovanov V.V., Anikina T.I. Hirurgicheskaja anatomija arterij cheloveka. M.: Medicina, 1974. 359 s.
9. Fomkina O.A. Morfobiomechanicheskie parametry vnutricherepnoj chasti pozvonochnoj arterii v vozrastnom aspekte // Izvestija vysshijh uchebnyh zavedenij: Povolzhskij region. Ser.: Medicinskie nauki. 2011. № 3 (19). S. 42–48.
10. Fomkina O.A. Morfologija vnutricherepnyh chastej pozvonochnyh, baziljarnoj, mozzhechkovyh i zadnih mozgovyh arterij u vzroslyh ljudej razlichnogo pola i vozrasta: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Volgograd, 2006. 31 s.
11. Krylov V.V., Tkachev V.V., Dobrovolskij G.F. Mikrohirurgija anevrizm villizieva mnogougol'nika. M.: Antidor, 2004. 160 s.
12. Gorbunov A.V., Moldavskaja A.A. Morfogenez i varianty razvitija arterij golovnogo mozga cheloveka. M.; Astrahan; Tambov: Izd-vo OOO «Centr-Press», 2008. 216 s.
13. Fomkina O.A., Nikolenko V.N. Individual'naja izmenchivost' morfologicheskijh i biomechanicheskijh harakteristik zadnej mozgovoj arterii vzroslyh ljudej // Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e». 2012. № 2. S. 21–26.
14. Purinja B.A., Kas'janov V.A. Biomehanika krupnyh krovenosnyh sosudov cheloveka. Riga: Zinatne, 1980. 260 s.
15. Godlevska M.A. Izmenenija mehanicheskijh svojstv mozgovyh arterial'nyh sosudov s vozrastom // Biomehanika: trudy Rzhskogo nauch.-issled. in-ta travmatologii i ortopedii. Riga, 1975. Vyp. XIII. C. 137–141.
16. Kруглый М.М., Ярцев Ю.А. Аорта (морфофизиологическое и клинко-экспериментальные исследования). Саратов, 1981. 128 с.