

МОРФОБИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ВЗРОСЛЫХ ЛЮДЕЙ

В. Н. Николенко — ГБОУ ВПО Первый Московский ГМУ им. И. М. Сеченова Минздравсоцразвития России, проректор по научной и инновационной деятельности, профессор, доктор медицинских наук; **О. А. Фомкина** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздравсоцразвития России, ассистент кафедры анатомии человека, кандидат медицинских наук; **Ю. А. Неклюдов** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздравсоцразвития России, профессор кафедры судебной медицины профессор, доктор медицинских наук; **Ю. Д. Алексеев** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздравсоцразвития России, профессор кафедры судебной медицины, профессор, доктор медицинских наук.

MORPHOLOGICAL AND BIOMECHANICAL STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF MEDIAL CEREBRAL ARTERY IN ADULTS

V. N. Nikolenko — I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Pro-rector of Scientific and Innovation Activity, 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; **Ju. A. Nekljudov** — Saratov n.a. V. I. Razumovskiy State Medical University of, Professor of the Department of Forensic Medicine, Doctor of Medical sciences; **Ju. D. Alekseev** — Saratov n.a. V. I. Razumovskiy State Medical University of, Professor of the Department of Forensic, Doctor of Medical sciences.

Дата поступления — 18.01.2012 г.

Дата принятия в печать — 28.02.2012 г. 28.02.2012 г.

Николенко В. Н., Фомкина О. А., Неклюдов Ю. А., Алексеев Ю. Д. Морфобиомеханические закономерности строения средней мозговой артерии взрослых людей // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8, № 1. С. 9–14.

Цель: в эксперименте на одноосное продольное растяжение на разрывной машине Tira Test 28005 с нагрузочной ячейкой 100 Н изучить общую прочность, предел прочности, модуль Юнга, абсолютную и относительную деформацию средней мозговой артерии; под микроскопом на поперечных срезах артерии измерить ее наружный диаметр, толщину стенки, высчитать диаметр просвета. **Материал и методы.** Всего исследовано 200 артерий (144 — от трупов мужчин, 56 — от трупов женщин), полученных не позднее 16 часов после аутопсии взрослых людей, причина смерти которых не была связана с острой или хронической сосудистой церебральной патологией. **Результаты.** Выявлено статистически достоверное преобладание увеличения толщины стенки (на 14,8%), диаметра просвета (на 50,3%) и общей прочности стенки артерии у мужчин (на 13,8%). Билатеральные различия величины параметров артерии выражены в пределах от 1,0% (наружный диаметр и толщина стенки артерии) до 10,0% (модуль Юнга) и статистически незначимы ($p > 0,05$). **Заключение.** В возрастном аспекте морфологические характеристики средней мозговой артерии увеличиваются: толщина стенки — в пожилом возрасте (19,2%), наружный диаметр и диаметр просвета — в старческом возрасте (в среднем на 16,0%). При этом прочность стенки средней мозговой артерии после 35 лет достоверно уменьшается; с этого же возраста стенка артерии становится менее жесткой, уменьшается ее сопротивляемость к растягивающей деформации. Способность к удлинению, оставаясь постоянной величиной у взрослых людей зрелого и пожилого возраста, после 74 лет резко снижается.

Ключевые слова: средняя мозговая артерия, прочность стенки, деформация, возрастно-половая изменчивость.

Nikolenko V. N., Fomkina O. A., Nekljudov Ju. A., Alekseev Ju. D. Morphological and biomechanical structural characteristics of medial cerebral artery in adults // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2012. Vol. 8, № 1. P. 9–14.

The research goal is to study general strength, breaking point, Young's modulus (tensile modulus), absolute and relative strain of medial cerebral artery. **Materials and methods.** External diameter of medial cerebral artery, thickness of its wall and diameter of a lumen have been measured under the microscope on cross-section edges. In total 200 arteries (144 — from corpses of men, 56 — from corpses of women) received not later than 16 hours after autopsy of adults have been investigated. **Results.** Lethal cases resulted from acute or chronic vascular cerebral pathology have not been included in the study. Authentic predominance of wall thickness (14,8%), lumen diameter (50,3%) and general wall strength (13,8%) has been revealed statistically in men. Bilateral differences of parameters have been expressed by 1,0% (external diameter and wall thickness of an artery) to 10,0% (Young's modulus) and have been determined as statistically insignificant ($p > 0,05$). Age aspect has shown intensity of morphological characteristics of medial cerebral artery. In **conclusion** it is worth noting that after the age of 35 wall strength and resistance to strain of medial cerebral artery are authentically diminished; the artery becomes less rigid. Capability to elongation remains constant but after the age of 75 it decreases.

Key words: medial cerebral artery, wall strength, strain, age and sexual variability.

Введение. Одним из самых опасных заболеваний сосудов головного мозга остается внутричерепная аневризма, встречающаяся у 0,3–5% всех умерших [1–3]. В 19% случаев она расположена на средней мозговой артерии. Разрыв аневризмы ведет к опас-

ным для жизни кровоизлиянием. В России 80–90% нетравматических субарахноидальных кровоизлияний происходят именно вследствие разрыва внутричерепных аневризм, что сопряжено с высоким риском летального исхода. При изучении патогенеза нарушений мозговой гемодинамики внимание исследователей в основном обращено на такие факторы, как атеросклероз, врожденные аномалии сосудов, нейрогормональные и эндокринные сдвиги, влияние патологии

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

других органов и систем [4]. Воздействие на мозговой кровотоке свойств самой сосудистой стенки изучено недостаточно. Очевидно, что ряд вопросов, касающихся патогенеза возникновения аневризм, могли бы найти ответ в свете гемодинамической теории упругости. Однако данные, необходимые для построения адекватной модели сосудистого русла, в литературе единичны. Анализ анатомической и клинической литературы выявил существенные разногласия в сведениях о размерах артерий виллизиева круга в аспекте индивидуальной изменчивости, билатеральных различий и полового диморфизма у людей различного возраста. В том же аспекте не менее важны численные значения упруго-деформативных параметров артерий виллизиева круга. Малочисленность этих данных, отсутствие описания способа и техники измерения не позволяют принять такие сведения за основу и требуют уточнения. Нами изучены и описаны морфобиомеханические параметры внутричерепной части позвоночной, базилярной, передней мозговой артерий [5–7].

Цель: экспериментальное изучение морфометрических и биомеханических характеристик средней мозговой артерии у взрослых людей разного пола и возраста.

Методы. Материалом исследования послужили сегменты средних мозговых артерий, полученные при аутопсии 100 трупов взрослых людей в возрастном диапазоне от 21 до 84 лет, причина смерти которых не была связана с острой или хронической сосудистой церебральной патологией. Для выявления половых различий были изучены отдельно фрагменты артерий, полученные от 72 мужчин и 28 женщин. Для детального анализа возрастной динамики на основании периодизации, рекомендованной VII Всесоюзной научной конференцией по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965), материал исследования распределен на 4 возрастных периода (первый период зрелого возраста, второй период зрелого возраста, пожилой и старческий).

Методика макромикроскопического исследования артерий заключалась в следующем: с помощью тонкой бритвы производили поперечные миллиметровые срезы, которые помещали в чашку Петри с физиологическим раствором, расправляли препаровальными иглами и под микроскопом МБС-9 измеряли наружный диаметр и толщину стенки артерий с точностью до 0,01 мм. Так как на срезах поперечник артерий имел эллипсоидную форму, то измеряли два взаимно перпендикулярных диаметра артерии и уже из них рассчитывали его среднюю величину [5–8]. Диаметр просвета артерий рассчитывали как разность наружного диаметра и удвоенной толщины стенки артерии.

Изучение биомеханических свойств артерий проводилось в лаборатории математического моделирования в биомеханике (зав. — канд. физ.-мат. наук, доц. И.В. Кириллова) кафедры математической теории упругости и биомеханики механо-математического факультета Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского (ректор, зав. каф. — д-р физ.-мат. наук, проф. Л.Ю. Коссович).

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 [9]. Эксперименты проводили на разрывной машине Tira Test

28005 (регистр. номер 23512–02 в Государственном реестре РФ), с нагрузочной ячейкой 100 Н. Данная машина позволяет испытывать образцы на сжатие и растяжение в одном направлении. Скорость нагружения составляла 10 мм/мин.

По принятой в биомеханике методике [9–11] определяли общую прочность (Н), предел прочности (Н/мм²), модуль Юнга (Н/мм²), абсолютную (мм) и относительную деформации (%) артерий.

Под общей прочностью понимали наибольшее усилие до разрыва, выдерживаемое образцом. Она характеризует способность материала, как целостного образования, воспринимать действие внешних сил не разрушаясь. Предел прочности — напряжение, приходящееся на 1 мм² поперечного сечения артерии при действии на него разрывной нагрузки. Деформация — способность материала удлиняться вплоть до разрыва — показывает, на какую часть первоначальной длины может быть растянут образец. Она определяется по величине относительной деформации, которая представляет собой отношение величины максимальной деформации образца до разрыва к его первоначальной длине. Модуль упругости (Юнга) характеризует способность материала сопротивляться растягивающей деформации и представляет собой отношение предела прочности к величине относительной деформации. Чем выше значение модуля упругости, тем жестче материал, и, наоборот, чем он меньше, тем материал эластичнее.

Полученные данные обрабатывали вариационно-статистическим методом с использованием пакета прикладных программ Statistica-6 и Microsoft Excel Windows-XP. 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 вариантов использовали параметрические (критерий Стьюдента) и непараметрические (критерии серии Вальда — Вольфовица, U-критерий Манна — Уитни и двухвыборочный критерий Колмогорова — Смирнова) статистические критерии достоверности. При этом различия считали достоверными при 95%-ном пороге вероятности (p<0,05).

Изучена индивидуальная изменчивость морфобиомеханических параметров средней мозговой артерии. Как и большинство исследователей, занимающихся изучением диапазона анатомической нормы, за среднюю величину признака мы принимали диапазон варьирования M±σ.

Результаты. Средняя величина наружного диаметра средней мозговой артерии без учета пола, возраста и стороны артериального круга составляет 2,95±0,03 мм (A=2,12–4,37 мм; s=0,44 мм; Cv=14,9%), толщины стенки — 0,29±0,01 мм (A=0,17–0,55 мм; s=0,07 мм; Cv=24,5%), диаметра просвета — 2,37±0,02 мм (A=1,44–3,46 мм; s=0,38 мм; Cv=15,9%). Средние величины биомеханических параметров средней мозговой артерии следующие: общая прочность (максимальное усилие) — 2,46±0,05 Н (A=1,00–4,60 Н; s=0,68 Н; Cv=27,7%); предел прочности — 0,91±0,02 Н/мм² (A=0,59–1,83 Н/мм²; s=0,35 Н/мм²; Cv=38,2%); абсолютное удлинение — 4,69±0,08 мм (A=2,40–8,50 мм; s=1,08 мм; Cv=23,1%); относительное удлинение — 42,47±0,92% (A=18,21–77,77%; s=13,03%; Cv=30,7%); модуль Юнга — 2,29±0,07 Н/мм² (A=0,66–6,56 Н/мм²; s=1,03 Н/мм²; Cv=34,8%). Наибольшей вариабельностью величины признака

отличаются предел прочности и модуль Юнга, наименьшей — наружный диаметр и диаметр просвета средней мозговой артерии. Билатеральные различия величины параметров артерии выражены в пределах от 1,0% (наружный диаметр и толщина стенки артерии) до 10,0% (модуль Юнга) и статистически незначимы ($p>0,05$).

Значительная изменчивость морфобиомеханических параметров средней мозговой артерии позволила выделить группы вариантов их значений (табл. 1, 2).

Выраженным половым диморфизмом характеризуются толщина стенки, составляющая у мужчин $0,31\pm 0,01$ мм, у женщин на 14,8% меньше — $0,27\pm 0,01$ мм ($p<0,01$); диаметр просвета, равный

у мужчин $2,39\pm 0,03$ мм, у женщин на 50,3% меньше — $1,59\pm 0,03$ мм ($p<0,01$); общая прочность, которая у мужчин на 13,8% больше, чем у женщин, — $2,55\pm 0,05$ Н и $2,24\pm 0,09$ Н соответственно ($p<0,01$). Статистически достоверных половых различий по величине других морфобиомеханических параметров не обнаружено. В возрастном аспекте морфометрические и биомеханические характеристики базиллярной артерии изменяются неравномерно (табл. 3). Так, наружный диаметр с возрастом увеличивается: его величина во 2-м периоде зрелого возраста в среднем на 8,3% больше, чем в 1-м периоде зрелого возраста ($p<0,01$); до периода пожилого возраста наружный диаметр меняется незначительно ($p>0,05$); в

Таблица 1

Варианты изменчивости величины морфометрических характеристик средней мозговой артерии и их встречаемость

Параметр артерии, диапазон изменчивости и частота встречаемости	ГРУППЫ ВАРИАНТОВ ИЗМЕНЧИВОСТИ					
	Узкие		Средние		Широкие	
Наружный диаметр (мм)						
Диапазон изменчивости	<2,51		2,51-3,39		>3,39	
Частота встречаемости	абс.	%	абс.	%	абс.	%
	35	15,3	162	71,1	31	13,6
Толщина стенки (мм)	Тонкостенные		Средние		Толстостенные	
Диапазон изменчивости	<0,22		0,22-0,36		>1,36	
Частота встречаемости	абс.	%	абс.	%	абс.	%
	16	7,0	176	77,2	36	15,8
Диаметр просвета (мм)	Узкопросветные		Средние		Широкопросветные	
Диапазон изменчивости	<1,99		1,99-2,75		>2,75	
Частота встречаемости	абс.	%	абс.	%	абс.	%
	26	11,5	166	72,8	36	15,7

Таблица 2

Варианты изменчивости величины биомеханических характеристик средней мозговой артерии и их встречаемость

Параметр артерии, диапазон изменчивости и частота встречаемости	ГРУППЫ ВАРИАНТОВ ИЗМЕНЧИВОСТИ					
	Малоустойчивые к разрыву		Средней прочности		Устойчивые к разрыву	
Общая прочность (Н)						
Диапазон изменчивости	<1,78		1,78-3,14		>3,14	
Частота встречаемости	абс.	%	абс.	%	абс.	%
	33	16,5	139	69,5	28	14,0
Предел прочности (Н/мм ²)	Малоустойчивые к разрыву		Средней прочности		Устойчивые к разрыву	
Диапазон изменчивости	<0,56		0,56-1,25		>1,25	
Частота встречаемости	абс.	%	абс.	%	абс.	%
	31	15,5	130	65,0	39	19,5
Относительное удлинение (%)	Малорастяжимые		Средней растяжимости		Сильнорастяжимые	
Диапазон изменчивости	<29,47		29,43-55,49		>55,49	
Частота встречаемости	абс.	%	абс.	%	абс.	%
	30	15,0	140	70,0	30	15,0
Модуль Юнга (Н/мм ²)	Пониженной жесткости		Средней жесткости		Повышенной жесткости	
Диапазон изменчивости	<1,26		1,26-3,22		>3,22	
Частота встречаемости	абс.	%	абс.	%	абс.	%
	29	14,5	139	69,5	32	16,0

Возрастная изменчивость параметров средней мозговой артерии

Параметр	Возрастная группа	n	Вариационно-статистические показатели			
			A	M±m	S	Cv
Наружный диаметр (мм)	1-й период зрелого возраста	54	2,12-4,00	2,66±0,04	0,33	12,4
	2-й период зрелого возраста	92	2,25-3,81	2,88±0,04	0,33	11,3
	Пожилой возраст	42	2,50-3,87	2,99±0,05	0,34	11,5
	Старческий возраст	40	2,62-4,37	3,47±0,08	0,46	13,3
Толщина стенки (мм)	1-й период зрелого возраста	54	0,17-0,43	0,27±0,01	0,07	25,8
	2-й период зрелого возраста	92	0,20-0,40	0,26±0,01	0,04	17,8
	Пожилой возраст	42	0,22-0,50	0,31±0,01	0,06	20,2
	Старческий возраст	40	0,25-0,55	0,36±0,01	0,08	23,7
Диаметр просвета (мм)	1-й период зрелого возраста	54	1,44-3,46	2,12±0,05	0,35	16,4
	2-й период зрелого возраста	92	1,60-3,17	2,35±0,03	0,29	12,2
	Пожилой возраст	42	1,75-3,07	2,37±0,05	0,34	14,4
	Старческий возраст	40	2,02-3,41	2,76±0,05	0,35	12,6
Общая прочность (Н)	1-й период зрелого возраста	34	1,50-3,95	2,43±0,12	0,69	28,2
	2-й период зрелого возраста	80	1,20-4,60	2,64±0,07	0,66	25,1
	Пожилой возраст	62	1,00-3,70	2,27±0,09	0,68	29,9
	Старческий возраст	24	1,20-3,50	2,42±0,13	0,64	26,6
Предел прочности (Н/мм ²)	1-й период зрелого возраста	34	0,44-1,58	1,08±0,05	0,30	30,5
	2-й период зрелого возраста	80	0,45-1,83	1,05±0,04	0,35	33,3
	Пожилой возраст	62	0,29-1,19	0,71±0,03	0,24	33,3
	Старческий возраст	24	0,35-1,02	0,68±0,04	0,17	25,5
Абсолютное удлинение (мм)	1-й период зрелого возраста	34	3,10-7,75	5,01±0,16	0,92	18,4
	2-й период зрелого возраста	80	2,40-7,50	4,60±0,13	1,12	24,5
	Пожилой возраст	62	2,60-7,50	4,68±0,13	1,05	22,5
	Старческий возраст	24	2,70-8,50	4,58±0,24	1,20	26,2
Относительное удлинение (%)	1-й период зрелого возраста	34	31,25-77,50	46,51±2,02	11,78	25,3
	2-й период зрелого возраста	80	18,21-77,78	43,32±1,49	13,30	30,7
	Пожилой возраст	62	20,00-75,00	42,27±1,69	13,35	31,5
	Старческий возраст	24	20,77-60,00	34,39±1,99	9,74	28,3
Модуль Юнга (Н/мм ²)	1-й период зрелого возраста	34	0,92-4,00	2,44±0,15	0,85	35,0
	2-й период зрелого возраста	80	0,82-6,56	2,65±0,13	1,18	44,7
	Пожилой возраст	62	0,66-3,60	1,81±0,09	0,76	41,9
	Старческий возраст	24	0,69-4,03	2,14±0,16	0,79	37,1

старческом возрасте он снова увеличивается — на 16,1% по сравнению с периодом пожилого возраста ($p < 0,01$). Толщина стенки, одинаковая на протяжении всего зрелого возраста, к пожилому возрасту увеличивается в среднем на 19,2% ($p < 0,01$), а затем еще на 16,1% в периоде старческого возраста ($p < 0,01$). Просвет средней мозговой артерии также увеличивается с возрастом: его величина во 2-м периоде зрелого возраста в среднем на 10,8% больше, чем в 1-м периоде зрелого возраста ($p < 0,01$); до периода пожилого возраста диаметр просвета практически не меняется ($p > 0,05$); в старческом возрасте он снова увеличивается — на 16,5% по сравнению с периодом пожилого возраста ($p < 0,01$) (рис. 1).

Общая прочность средней мозговой артерии значительно отличается у людей 1-го и 2-го периодов зрелого возраста ($p > 0,05$). К пожилому возрасту она умень-

шается на 16,3% по сравнению со 2-м периодом зрелого возраста ($p < 0,01$), а затем статистически незначимо увеличивается в старческом возрасте ($p > 0,05$) (рис. 2).

Предел прочности примерно одинаковый у людей 1-го и 2-го периодов зрелого возраста, к пожилому возрасту резко уменьшается на 47,9% ($p < 0,01$) и практически не изменяется на протяжении старческого возраста ($p > 0,05$) (рис. 3).

Величина абсолютной деформации не имеет достоверных возрастных различий между смежными и крайними возрастными группами ($p > 0,05$) (рис. 1).

Относительная деформация, оставаясь постоянной величиной у взрослых людей зрелого и пожилого возраста, в старческом статистически значимо уменьшается в среднем на 22,9% ($p < 0,01$) (рис. 4).

Модуль упругости примерно одинаковый у людей 1-го и 2-го периодов зрелого возраста, к пожилому

возрасту резко уменьшается на 46,0% ($p < 0,01$) и практически не изменяется на протяжении старческого возраста ($p > 0,05$) (рис. 3).

Обсуждение. Выявленное статистически достоверное увеличение толщины стенки, наружного и внутреннего диаметра средней мозговой артерии с возрастом, а также преобладание толщины стенки и диаметра просвета у мужчин зафиксировано в работе Ю.А. Гладиллина и В.Н. Николенко [8]. Утолщение стенки мы связываем с некоторыми структурными изменениями в стенке сосуда, сопровождающими атеросклероз. Еще Г.Г. Автандилов [12] отметил, что из всех артерий мозга ранее всего процесс атеросклероза начинается в средних мозговых и базилярной артериях. При этом наиболее частые и резкие проявления атеросклероза наблюдаются в возрасте 50–70 лет.

Прочность стенки средней мозговой артерии на материале нашего исследования достоверно уменьшается после 55–60 лет, что согласуется с данными, описанными в литературе [9, 11]. Б.А. Пурина и В.А. Касьянов [9] указали на резкое снижение относительной деформации стенки артерии уже с 50-летнего возраста. Наши данные свидетельствуют о статистически значимом уменьшении относительной деформации в среднем на 22,9% ($p < 0,01$) только в периоде старческого возраста. Жесткость средней мозговой артерии в зрелом возрасте в 1,5 раза выше, чем в пожилом и старческом, что согласуется с данными М.А. Годлевской [11] и не согласуется с данными Б.А. Пурины и В.А. Касьянова [9], указывающих на увеличение жесткости стенки артерии начиная с 35 лет.

Заключение. Таким образом, средняя мозговая артерия характеризуется половым диморфизмом по величине толщины ее стенки, диаметра просвета и общей прочности, которые у мужчин соответственно на 14,8, 50,3 и 13,8% больше, чем у женщин. Билатеральные различия морфобиомеханических параметров артерии колеблются в пределах от 1,0% (наружный диаметр и толщина стенки артерии) до 10,0% (модуль Юнга) и статистически незначимы ($p > 0,05$). От периода 1-го зрелого возраста к старческому происходит увеличение морфологических параметров средней мозговой артерии: толщины стенки — в 1,4 раза, наружного диаметра и диаметра просвета — в 1,3 раза. При этом максимальное увеличение наружного диаметра и диаметра просвета артерии приходится на старческий возраст (в среднем на 16,0%), толщины стенки — на период пожилого возраста (19%). Прочностные свойства средней мозговой артерии с возрастом уменьшаются, особенно в периоде пожилого возраста: общая прочность — на 16,3%, предел прочности в 3 раза сильнее — на 47,3%, что детерминируется резким утолщением стенки артерии после 55–60 лет. С этого же возраста стенка артерии становится менее жесткой, уменьшается ее сопротивляемость к растягивающей деформации. Способность к удлинению, оставаясь постоянной величиной у взрослых людей зрелого и пожилого возраста, после 74 лет резко снижается.

Полученные экспериментальные данные о морфологических и деформационно-прочностных свойствах средней мозговой артерии найдут применение при построении модели сосудистого русла, а также, благодаря прикладному значению, позволят обеспечить минимальное травматическое воздействие на стенку сосуда при внутрисосудистых вмешательствах на ней.

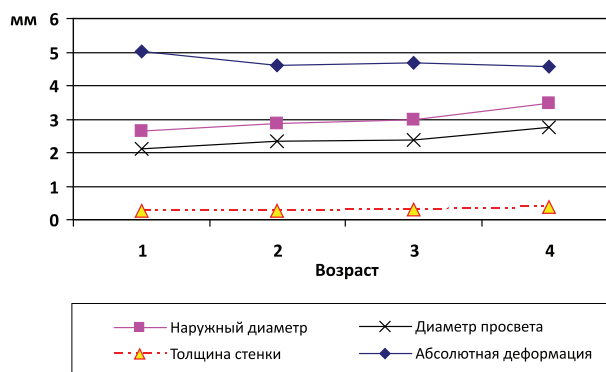


Рис. 1. Изменчивость морфометрических параметров и абсолютной деформации средней мозговой артерии с возрастом, мм

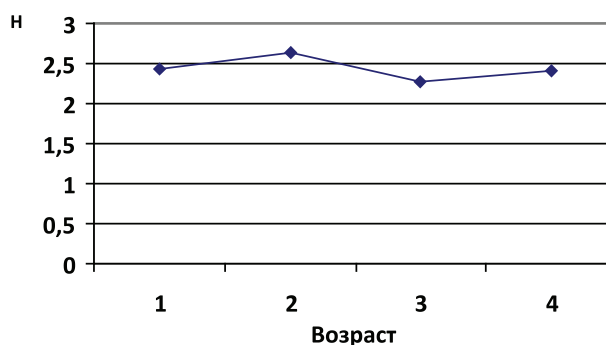


Рис. 2. Изменчивость общей прочности средней мозговой артерии с возрастом, Н

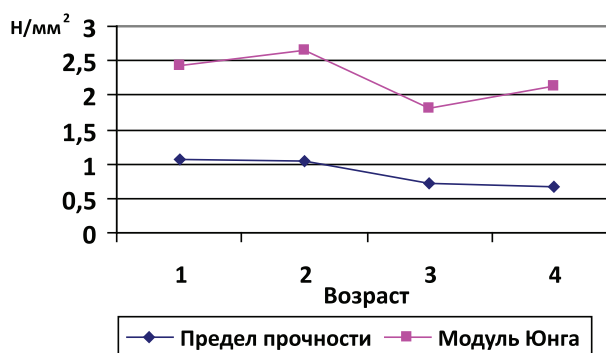


Рис. 3. Изменчивость предела прочности и модуля Юнга средней мозговой артерии с возрастом, Н

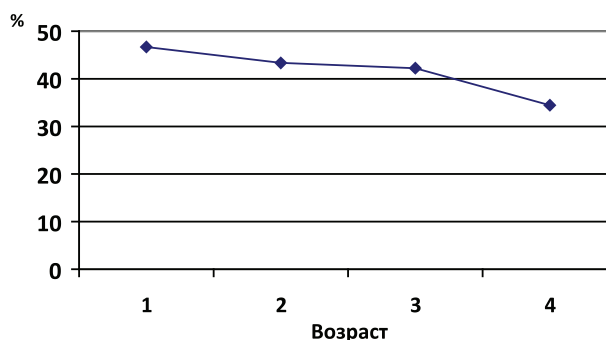


Рис. 4. Изменчивость относительной деформации средней мозговой артерии с возрастом, %

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках НИР кафедры анатомии человека. Номер государственной регистрации 01200959766.

Библиографический список

1. Крылов В. В., Ткачев В. В., Добровольский Г. Ф. Микрохирургия аневризм виллизиева многоугольника. М.: Антидор, 2004. 160 с.
2. Alnaes M. S. Finite element simulations of blood flow in the circle of Willis: master thesis. Oslo, 2006. 86 p.
3. Thubrikar M. J. Vascular mechanics and pathology. New York, 2007. 494 p.
4. Елифанов В. А. Реабилитация больных, перенесших инсульт. М.: Медпресс-информ, 2006. 251 с.
5. Возрастно-половая изменчивость морфобиомеханических параметров передней мозговой артерии взрослых людей / В. Н. Николенко, О. А. Фомкина, И. В. Кириллова, Д. В. Иванов // Саратовский научно-медицинский журнал. 2009. Т. 5, № 4. С. 482–485.
6. Фомкина О. А., Николенко В. Н. Возрастно-половая изменчивость морфобиомеханических параметров базилярной артерии взрослых людей // Саратовский научно-медицинский журнал. 2009. Т. 5, № 2. С. 159–163.
7. Фомкина О. А. Морфобиомеханические параметры внутричерепной части позвоночной артерии в возрастном аспекте // Известия высших учебных заведений: Поволжский регион. Медицинские науки. 2011. № 3. С. 39–43.
8. Гладили Ю. А., Николенко В. Н. Вариантная анатомия внутренней сонной артерии, артериального круга большого мозга и мозговых артерий. Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2009. 242 с.
9. Пурина Б. А., Касьянов В. А. Биомеханика крупных кровеносных сосудов человека. Рига: Зинатне, 1980. 260 с.
10. Круглый М. М., Ярцев Ю. А. Аорта (морфофизиологическое и клинико-экспериментальные исследования). Саратов, 1981. 128 с.
11. Годлевская М. А. Изменения механических свойств мозговых артериальных сосудов с возрастом // Биомеханика: тр. Риж. науч.-исслед. ин-та травматологии и ортопедии. Рига, 1975. Вып. XIII. С. 137–141.

ка: тр. Риж. науч.-исслед. ин-та травматологии и ортопедии. Рига, 1975. Вып. XIII. С. 137–141.

12. Автандилов Г. Г. Динамика атеросклеротического процесса у человека. М., 1970. 185 с.

Translit

1. Krylov V. V., Tkachev V. V., Dobrovolskij G. F. Mikrohirurgija anevrizm villizieva mnogougol'nika. M.: Antidor, 2004. 160 s.
2. Alnaes M. S. Finite element simulations of blood flow in the circle of Willis: master thesis. Oslo, 2006. 86 p.
3. Thubrikar M. J. Vascular mechanics and pathology. New York, 2007. 494 p.
4. Epifanov V. A. Reabilitacija bol'nyh, perenessih insul't. M.: Medpress-inform, 2006. 251 s.
5. Vozrastno-polovaja izmenchivost' morfobiomechanicheskikh parametrov przednej mozgovoj arterii vzroslyh ljudej / V. N. Nikolenko, O. A. Fomkina, I. V. Kirillova, D. V. Ivanov // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. 2009. T. 5, № 4. S. 482–485.
6. Fomkina O. A., Nikolenko V. N. Vozrastno-polovaja izmenchivost' morfobiomechanicheskikh parametrov baziljarnoj arterii vzroslyh ljudej // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. 2009. T. 5, № 2. S. 159–163.
7. Fomkina O. A. Morfobiomechanicheskie parametry vnutcherepnoj chasti pozvonocnoj arterii v vozrastnom aspekte // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij: Povolzhskij region. Medicinskie nauki. 2011. № 3. S. 39–43.
8. 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. 242 s.
9. Purinja B. A., Kas'janov V. A. Biomehanika krupnyh krovynosnyh sosudov cheloveka. Riga: Zinatne, 1980. 260 s.
10. Kruglyj M. M., Jarcev Ju. A. Aorta (morfofiziologicheskoe i kliniko-jekspierimental'nye issledovanija). Saratov, 1981. 128 s.
11. Godlevska M. A. Izmenenija mehanicheskikh svojstv mozgovyh arterial'nyh sosudov s vozrastom // Biomehanika: tr. Rzh. nauch.-issled. in-ta travmatologii i ortopedii. Riga, 1975. Vyp. XIII. S. 137–141.
12. Avtandilov G. G. Dinamika ateroskleroticheskogo procesa u cheloveka. M., 1970. 185 s.

УДК 611.019:572.71:572.754 (045)

Оригинальная статья

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДНЕЙ ЧЕРЕПНОЙ ЯМКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ОСНОВАНИЯ ЧЕРЕПА

О. Ю. Алешкина — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, заведующая кафедрой анатомии человека, профессор, доктор медицинских наук; **Ю. А. Хурчак** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, кафедра анатомии человека, аспирант; **Д. Н. Россошанский** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, кафедра анатомии человека, аспирант; **А. Н. Анисимов** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, кафедра анатомии человека, аспирант.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MORPHOGEOMETRIC PARAMETERS OF FORWARD CRANIAL POLE DEPENDING ON TYPE OF A SKULL BASIS

O. Yu. Aleshkina — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of Department of Human Anatomy, Professor, Doctor of Medical Science; **Yu. A. Hurchak** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Post-graduate; **D. N. Rossoshansky** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Post-graduate; **A. N. Anisimov** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Human Anatomy, Post-graduate.

Дата поступления — 29.02.2012 г.

Дата принятия в печать — 28.02.2012 г.

Алешкина О. Ю., Хурчак Ю. А., Россошанский Д. Н., Анисимов А. Н. Сравнительный анализ морфогометрических параметров передней черепной ямки в зависимости от типа основания черепа // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8, № 1. С. 14–16.

Цель: сравнение параметров передней черепной ямки в зависимости от типа основания черепа. **Материалом** исследования послужили 100 черепов взрослых людей, разделенные на три краниотипа. **Методом** краниостереопомерии произведены измерения параметров передней черепной ямки с дальнейшим вычислением расчетных среднестатистических значений у каждого краниотипа. **Результаты.** Произведен сравнительный анализ морфогометрических параметров передней черепной ямки с учетом типа основания черепа **Заключение.** В ходе исследования установлена изменчивость линейных и угловых параметров передней черепной ямки в зависимости от типа основания черепа.

Ключевые слова: передняя черепная ямка, типы основания черепа, типовая изменчивость.

Aleshkina O. Yu., Hurchak Yu. A., Rossoshansky D. N., Anisimov A. N. Comparative analysis of morphogeometric parameters of forward cranial pole depending on type of a skull basis // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2012. Vol. 8, № 1. P. 14–16.